

Unbewusste Wahrnehmung:

Einflüsse selektiver visueller Aufmerksamkeit auf die Verarbeitung maskierter primes

Von der Gemeinsamen Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina
zu Braunschweig
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Naturwissenschaften
(Dr.rer.nat.)
genehmigte
Dissertation

von: Armin Heinecke

aus: Salzgitter-Bad

1. Referent:	Prof. Dr. Dirk Vorberg
2. Referent:	PD Dr. Werner X. Schneider
eingereicht am:	3.1.2000
mündliche Prüfung (Disputation) am:	13.4.2000
	2000

(Druckjahr)

Inhaltsverzeichnis

1.1. Ziele der Arbeit	7
1.2. Begriffliches	7-8
1.3. Einflüsse selektiver visueller Aufmerksamkeit	8-10
1.4. Die Merkmals-Integrationstheorie von Treisman (1998)	10-13
1.5. Das Grundproblem	13-14
1.6. Forschungshistorie	14-21
2.1. Das Dissoziationsparadigma	21-22
2.2. Exklusivität und Exhaustivität	23
2.3. Die qualitative Dissoziation	23-26
2.4. Methodik: Die Logik und Implikationen des Vorgehens	26
3.1. Das Phänomen Metakontrast	26-27
3.1.1. Maskierungsfunktionen im Metakontrast	27-29
3.1.2. Abhängige Variablen im Metakontrast-Paradigma	29-30
3.1.3. Mechanismen des Metakontrast: Erklärungsansätze	30-33
4.1. Die Experimente von Neumann & Klotz (1994)	33-36
4.2. Modelle unterschiedlicher Verarbeitungspfade	36-37
4.3. Die Versuche von Vorberg et al.	37-41
5.1. Grundlegende offene Fragen	41
5.2. Eigene Fragestellung	41
5.2.1. Priming – Veränderungen der Funktion	41-42
5.2.2. Maskierung – Die Methodik der Messung	42-44
6.1. Experiment I	45
6.2. Methode	45
6.2.1. Aufgabe	45
6.2.2. Versuchsplan	45
6.2.3. Versuchspersonen	46
6.2.4. Material	46
6.2.5. Geräte	46

6.2.6. Instruktion	46-47
6.2.7. Durchführung	47-48
6.3. Ergebnisse	48
6.3.1. Absolute Latenzen	48-49
6.3.2. Priming	49-50
6.3.3. Fehler	50-51
6.3.4. Maskierung	51-54
6.4. Diskussion	54
6.4.1. Unterschiede zwischen den Masken	54
6.4.2. Einflüsse der cues	55-56
7.1. Experiment II	56
7.2. Methode	56-60
7.3. Ergebnisse	60
7.3.1. Priming	60-62
7.3.2. Fehler	63
7.3.3. Maskierung	63-64
7.4. Diskussion	65
7.4.1. Priming	65
7.4.2. Bewusstheit der Effekte	65-67
8.1. Experiment III	67
8.2. Methode	68-72
9.3. Ergebnisse	73
8.3.1. Priming	73-74
8.3.2. Fehler	74-76
8.3.3. Maskierung	76
8.3.3.1. Klassifikation	76-77
8.3.3.3. Identifikation	78-79
8.3.3.4. Vergleich Klassifikation – Identifikation	79
8.4. Diskussion	79-82

9.1. Experiment IV	82-83
9.2. Methode	83-85
9.3. Ergebnisse	86
9.3.1. priming	86
9.3.1.1. Priming der einzelnen Merkmale?	86-87
9.3.1.2. Priming über Merkmale hinweg?	87-88
9.3.2. Fehler	88-89
9.3.3. Maskierung	89
9.3.3.1. Klassifikation	89-91
9.3.3.3. Identifikation	91-92
9.3.3.4. Vergleich der Antworttypen	92-94
9.4. Diskussion	94-95
10. Allgemeine Diskussion	95
10.1. Priming: Einflüsse visueller Aufmerksamkeit?	95-96
10.1.1. Modelle für den priming-Effekt	96
10.1.1.1. Die DPS	96
10.1.1.2. Die MIT	97
10.1.1.3. Parallele Pfade	97-99
10.2. Maskierung	99
10.2.1. Unbewusste Effekte?	99-101
10.2.2. Methodik	101
11. Zusammenfassung	102-103
12. Literatur	104-114
13. Anhang	115
13.1. Daten der Varianzanalysen	115
13.1.1. Versuch I	115-116
14.1.2. Versuch 2	116-117
14.1.3. Versuch 3	117-118
14.1.4. Versuch 4	119-120

13.2. Mittelwerte aller eigenen Datengrafiken	121
13.1.1. Versuch I	121-123
14.1.2. Versuch 2	124-126
14.1.3. Versuch 3	126-133
14.1.4. Versuch 4	133-141
13.3. Maskierungsdaten (Prozent korrekt)	141
13.1.1. Versuch I	141-142
14.1.2. Versuch 2	143
14.1.3. Versuch 3	144-146
14.1.4. Versuch 4	147-149
13.2. Lebenslauf	150

„All experience is already interpreted by the nervous system a hundredfold - or a thousandfold; before it becomes conscious experience.“ (Popper, 1977)

Die unbewusste Wahrnehmung, also die Einwirkung sensorischer Reize auf unser Nervensystem ohne ihre damit verbundene bewusste mentale Repräsentation, gehört zu den relevantesten Themen in der Erforschung der menschlichen Kognition. Ungeachtet der wissenschaftlichen Debatte wird die Plausibilität der Annahme unbewusster Einflüsse auf unsere Handlungen in vielen alltäglichen Handlungen, etwa im Rahmen sogenannter „slips of mind“ (Reason, 1978; 1984) durchaus deutlich. Die im Eingangszitat vorgestellte Annahme, dass alle auf unser Nervensystem einströmenden Reize vielfältig verarbeitet werden, bevor schließlich eine bewusste Erfahrung aus ihnen resultiert, korrespondiert dabei mit der volkstümlichen Interpretation bestimmter Alltagsbeobachtungen. Die alltäglichen Verhaltensbeispiele und ihre vorgebliche Untermauerung unbewusster Verarbeitung finden allerdings keine Entsprechung in der experimentellen Forschung über die Wirkungen unbewusster Reize, die bereits seit über 100 Jahren empirisch an diesem Problem arbeitet. Wenn unbewusste Einflüsse auf unser Verhalten bestehen, kann eine Hauptaufgabe der Forschung darin bestehen, die Charakteristiken und Grenzen dieser Einflüsse aufzuzeigen. Dies kann auf der einen Seite bedeuten, die Mindestvoraussetzungen für das Wirken unbewusster Reize aufzuzeigen und auf der anderen Seite die Grenzen ihres Wirkens darzustellen. Dies ist das Spannungsfeld, in dem diese Arbeit operiert.

1.1. Ziele der Arbeit

Diese empirische Arbeit versucht im Rahmen eines genau definierten und methodisch exakten Paradigmas die möglichen Einflüsse selektiver visueller Aufmerksamkeit auf die Wirkung maskierter Reize aufzuzeigen. Es wird zu demonstrieren sein, inwieweit diese Reize als unbewusst zu bezeichnen sind. Dabei wird sich die Arbeit auf den relativ eng umgrenzten Bereich unbewusster **visueller Wahrnehmungsprozesse** in einem bestimmten Zeitbereich beschränken. Diese Arbeit wird sich nicht mit den möglicherweise existierenden längerfristigen Effekten unbewusster Reize beschäftigen, sondern sich auf die sehr kurzfristigen Effekte beschränken.

Der Vorteil dieses Vorgehens liegt darin, dass die bestehenden Phänomene durch eine Vielzahl von empirischen Untersuchungen relativ gut erforscht und zum Teil auch verstanden sind. Zunächst soll jedoch eine kurze Vorbemerkung der allgemeinen Klärung der Begrifflichkeiten dienen.

1.2. Begriffliches

Im vorliegenden Text soll das Begriffspaar **unbewusst** / **bewusst** den Begriffen **unterschwellig** / **überschwellig** bzw. **subliminal** / **supraliminal** vorgezogen werden.

Dieser Präferenz liegt das Problem zugrunde, dass die beiden letzten Begriffspaare die Möglichkeit einer - mehr oder weniger exakten - Schwellenmessung des Konstrukts Bewusstsein implizieren.

Diese Annahme ist zu hinterfragen und die durch sie aufgeworfenen methodischen Probleme sollen im weiteren noch diskutiert werden. Allein die Annahme einer **diskreten Schwelle** zwischen unbewusster Informationsverarbeitung auf der einen und bewusster Informationsverarbeitung auf der anderen Seite ist fragwürdig. Hier findet ein möglicherweise unzulässiger Rückschluss von der Abbildung auf einer bestimmten Mess-Skala, etwa einem Klassifikationsurteil der Vp über einen bestimmten Reiz, auf den Zustand ihres Bewusstseins über diesen Reiz statt. Dies setzt die Adäquatheit des verwendeten Maßes voraus.

Diese Flucht vor der Scylla **Messproblem** führt allerdings in die Charibdis der Verwendung des **Begriffs** Bewusstsein. Dessen Bedeutung (im Amerikanischen „consciousness“) ist bestenfalls unscharf. Das Konstrukt Bewusstsein bedarf zudem stets definitorischer Anstrengungen und Zusatzdefinitionen (siehe etwa Allport, 1988; Block, 1996), bevor es in wissenschaftlichem Kontext Verwendung finden kann.

Dazu kommt das offensichtliche Problem, dass der Begriff Bewusstsein natürlich auch im unwissenschaftlichen Bereich weite Verwendung findet. Im Amerikanischen wird in der Forschung daher oft der trennschärfere Begriff „awareness“ (Bewusstheit) vorgezogen. Dieser umschreibt - im Gegensatz zu „consciousness“ - relativ eng umgrenzt die Prozesse der inneren Gewährwerdung eines Reizes und kann darüber hinaus auf eine Modalität, etwa die visuelle Wahrnehmung eingegrenzt werden („visual awareness“). Eine mögliche Unterscheidung der beiden Begriffe ist demnach darin zu sehen, dass man Bewusstsein als die Summe aller bewussten inneren Repräsentationen, die den Zustand des Individuums kennzeichnen, beschreiben kann, während Bewusstheit eher auf spezifische Aspekte von Reizen (z.B. ihre visuelle Gestalt) abzielt.

In Ermangelung eines adäquaten deutschsprachigen Äquivalents für die Phrase „awareness“ soll in der vorliegenden Arbeit allerdings dennoch der problematische Begriff Bewusstsein Verwendung finden. Dabei sollte dem Leser von jetzt an jedoch klar sein, dass aus der Fülle möglicher Bedeutungen für Bewusstsein im Rahmen dieser Arbeit stets am ehesten **visuelles Bewusstsein**, etwa im Sinne der Autoren Crick & Koch (1991; 1995) gemeint ist. Die kurz angedeutete Sprachverwirrung ist sicher Teil der angesprochenen Diskrepanz zwischen Forschung und Alltagsbetrachtung (siehe dazu auch Klotz & Neumann, 1999).

1.3. Einflüsse selektiver Aufmerksamkeit?

Selektive visuelle Aufmerksamkeit wird nach neuem Verständnis z.B. als

„...assignment of priority in visual processing.“ (Schneider, 1998)

also eine Zuweisung von Relevanz und damit Ressourcen im Rahmen der visuellen Reizverarbeitung verstanden. Sie kann als Prozess der Hervorhebung bestimmter Parameter eines Reizes, etwa seines Erscheinungsortes oder anderer Merkmale (Form, Farbe, Orientierung etc.) operationalisiert werden. Sie spielt damit eine wichtige Rolle für die Auswahl momentan handlungsrelevanter Reize und der adäquate Reaktion auf diese.

Die Einflüsse selektiver Aufmerksamkeit im Rahmen der visuellen Wahrnehmung sind auf den verschiedensten Ebenen belegt. Dabei sind die Effekte auf der Einzelzell-, Netzwerk- und Verhaltensebene untersucht und beschrieben worden (Treue & Maunsell, 1996; Posner & Petersen, 1990). Die Charakteristiken selektiver visueller Aufmerksamkeit werden im Rahmen verschiedener Paradigmen, wie etwa der **visuellen Suche** (Wolfe, 1994), des **räumlichen cueing** (Posner & Petersen, 1990), der **Flanker-Interferenz** (Eriksen, 1995) und des **negativen priming** (Fox, 1995) untersucht.

Dabei beziehen sich praktisch alle Arbeiten jedoch auf den Einfluss, den selektive Aufmerksamkeit auf deutlich wahrnehmbare (bewusste) Reize ausübt. Implizit lässt sich die Literatur jedoch so verstehen, dass visuelle Aufmerksamkeit auch auf einer Ebene wirken kann, die bereits die Wahrnehmungsprozesse als solche verändert. Es konnte z.B. gezeigt werden, dass die Charakteristiken von Zellen (z.B. im Areal MT) in Reaktion auf eine bestimmte Aufmerksamkeitsbedingung deutlich moduliert werden (Treue & Maunsell, 1996). Der grundlegende Wahrnehmungsprozess scheint also bereits auf relativ frühen Stufen durch visuelle Aufmerksamkeit modulierbar zu sein. Damit scheint die Annahme sinnvoll, dass sich diese Einflüsse auch auf die Verarbeitung unbewusster Reize auswirken. Diese Arbeit versucht die Frage zu klären, ob und wie die Verarbeitung unbewusst wahrgenommener Reize durch die selektive Beachtung spezifischer Reizmerkmale verändert werden kann.

Dabei sollen zwei in der Literatur unterscheidbare Arten visueller selektiver Aufmerksamkeit unterschieden werden. Auf der einen Seite lässt sich die **räumliche** selektive Aufmerksamkeit als grundlegender Mechanismus der Auswahl von Reizen definieren (Posner, 1980). Hierbei wird durch die selektive Beachtung eines bestimmten räumlichen Bereiches eine Auswahl aus einer Menge von möglichen Wahrnehmungsobjekten getroffen. Diese Art der Aufmerksamkeit ist etwa im Rahmen der sog. **Scheinwerfermetapher** operationalisiert worden (Crick, 1984; Posner, 1980).

Man kann sich vorstellen, dass alle Stimuli, die durch einen „Scheinwerferkegel der Aufmerksamkeit“ beleuchtet werden, der weiteren Verarbeitung zugeführt werden, während die Reize, die ausserhalb des Kegels liegen, zunächst nicht weiterverarbeitet werden oder sogar aktiv inhibiert werden. Wenn der „Scheinwerfer“ im Zuge der weiteren Wahrnehmung allerdings auf diese Reize geschwenkt wird, werden auch diese verarbeitet.

Ein Problem dieses recht einfachen Ansatzes ist etwa die Frage, wie aus zwei Reizen, die dieselbe Position belegen, selektiv einer beachtet werden kann. Eine rein räumliche Selektion kann hier nicht mehr ausreichen.

An dieser Stelle muss der Ansatz der sog. **objektbasierten** Aufmerksamkeit (Egely, Driver & Rafal, 1994) eingeführt werden. Dieser geht davon aus, dass nicht allein räumliche Bereiche, sondern zusammenhängende Objekte durch selektive Aufmerksamkeitsmechanismen weiterverarbeitet werden. Die Wahrnehmung dieser „Objektkandidaten“ wird durch präattentive Prozesse vorbereitet, die etwa bestimmte Gruppierungsleistungen vollführen (z.B. die Figur-Grund - Trennung).

Eine weitere Art selektiver Aufmerksamkeit besteht in der Beachtung bestimmter **Objektmerkmale**. Zum Beispiel kann sich die Aufmerksamkeit etwa auf die Farbe von Objekten ausrichten. Dieses Merkmal sollte im Gegensatz zu anderen Merkmalen desselben Objekts (Orientierung, Form, Textur etc.) einer verbesserten Verarbeitung unterliegen. Diese Art der Aufmerksamkeit soll im weiteren **merkmalsbasiert** genannt werden. Es existieren Modelle visueller Aufmerksamkeit, die den verschiedenen Arten der Aufmerksamkeit einen unterschiedlichen Stellenwert zuweisen.

1.4. Die Merkmals-Integrations-Theorie von Treisman

Im Rahmen der Merkmals-Integrations-Theorie (MIT) stellte Anne Treisman (1980; 1982; 1998) ein Modell zur Erklärung selektiver visueller Verarbeitungsprozesse und eine potentielle Lösungsmöglichkeit für das sog. **Bindungsproblem** vor. Dieses stellt eine der wichtigsten Fragen in der Erforschung visueller Wahrnehmungsprozesse dar. Wie kommt es, dass die verschiedenen visuellen Merkmale von Objekten in klar unterscheidbaren Arealen des Gehirns verarbeitet werden (Zeki, 1993) und dennoch ein einheitliches subjektives Perzept resultiert? Nur im Rahmen einer speziellen Vorgehensweise können fälschliche Verbindungen zwischen verschiedenen visuellen Merkmalen experimentell erzeugt werden (sog. „**illusory conjunctions**“, Treisman & Schmidt, 1982). Neben den bekannten neurophysiologischen Befunden bezieht sich Treisman zur Stützung ihres Modells auf Daten, die mit dem Paradigma der **visuellen Suche** gewonnen wurden. Ausserdem bezieht sie neuropsychologische Fallbeispiele ein.

Die MIT postuliert eine Sonderrolle für den Erscheinungsort von Objekten (Position) während andere Objektmerkmale (Farbe, Form etc.) als weniger relevant (für das Bindungsproblem) angesehen werden. Im Rahmen der MIT stellt Treisman die neurophysiologischen Befunde zur separaten Verarbeitung visueller Merkmale durch den Gedanken separater **Merkmalskarten** dar.

Auf diesen Karten wird die selektive Aktivierung einer bestimmten Merkmalsausprägung im visuellen Feld angezeigt. Diese Aktivierung kann verschiedene Merkmale wie Farbe, Form, Orientierung betreffen.

Die Bindung verschiedener Merkmale in ein Objekt wird laut Treisman aber erst durch die Zusammenfügung dieser an einer bestimmten räumlichen Position erreicht. Auf einer **Ortskarte** („master map of locations“), mit der alle Merkmalskarten verbunden sind, findet eine Bindung der Merkmale statt. Die Aktivierung auf den Karten kann auf die Ortskarte rückwirken, genau wie diese auf die Merkmalskarten einwirken kann (siehe Abb.1). Die Aktivierung der verschiedenen Objektmerkmale mündet schließlich in **temporäre Objektrepräsentationen**, die eine Vorstufe zur Objekterkennung darstellen. In einem letzten Schritt werden die Objekte im Rahmen eines **Wiedererkennung-Netzwerkes** schließlich erkannt und benannt.

Räumliche Aufmerksamkeit wird im Modell in Form eines Scheinwerferkegels operationalisiert, der sich auf der Ortskarte bewegen kann. Merkmalbasierte Aufmerksamkeit kann durch die Voraktivierung der verschiedenen Merkmalskarten erreicht werden.

Abb. 1 stellt das revidierte Modell (nach Treisman, 1998) in schematischer Form dar. Es ist die Aktivierung verschiedener Merkmale auf den Merkmalskarten dargestellt. Dabei sind zu einen die Merkmale Rot / Grün (Farbe) und zum anderen die Merkmale Vertikale / Horizontale (Linienorientierung) aktiviert. Zudem existieren exzitatorische und inhibitorische Verknüpfungen zwischen den jeweiligen Merkmalskarten und der Ortskarte. Visuelle Aufmerksamkeit, durch einen Scheinwerferkegel dargestellt, fokussiert den Ort, an dem auf der Ortskarte das rote horizontale Objekt erscheint und bindet so die Merkmale zusammen.

Die MIT stellt einen – wenn auch nicht unkritisierten, so doch plausiblen – Ansatz zur Lösung verschiedener Probleme im Bereich visueller Wahrnehmung und Aufmerksamkeit dar. Im Rahmen dieser Arbeit soll die MIT eines der Grundmodelle darstellen, an dem sich die experimentellen Manipulationen orientieren.

Das Bindungsproblem wird von Treisman (1998) in verschiedener Weise diskutiert. Auf der einen Seite existiert die bereits dargestellte Lesart, in der es um die Bindung verschiedener Merkmale in ein Objekt geht. Auf einer generelleren Ebene ist die Bindung angemessener Reaktionen an spezifische Reize für unser Überleben mindestens genauso wichtig. Objekte müssen nicht nur identifiziert, sondern auch entsprechend beantwortet werden.

Treisman (1998) stellt die Frage, ob es hier auch implizite, dem Bewusstsein nicht unmittelbar zugängliche Bindungsprozesse gibt. Bindung könnte ein rein komputationales Problem für das System darstellen, aber auch ein spezifisch an das Bewusstsein gebundener Vorgang sein.

Diese Befunde sind mittlerweile von einigen Autoren mit verschiedenen Paradigmen repliziert worden. Sie weisen darauf hin, dass es durchaus implizite Bindungsprozesse gibt, die unabhängig von parietalen Gehirnarealen stattfinden können.

Damit stellt sich die Frage nach dem Zusammenhang zwischen der möglichen impliziten Bindung von Merkmalen mit anderen Merkmalen bzw. Handlungen und der Natur des Bewusstseins.

Im Anschluss an die Darstellung der Fragestellung sollen grundlegende Probleme der Forschung zur unbewussten Wahrnehmung und ein kurzer historischer Überblick dargestellt werden.

1.5. Das Grundproblem

Warum wird bereits seit über einem Jahrhundert über unbewusste Effekte (zumeist visueller Stimuli) geforscht, ohne dass längst ein relativ sicherer Wissensstand erreicht ist, der mit bestehenden Alltagsmeinungen über die Existenz unbewusster Effekte verglichen werden kann? Sicher kann man neben den theoretischen Grundausrichtungen der beteiligten Forscher (Dixon, 1971) und der kurz angedeuteten semantischen Debatte methodische Kontroversen für dieses Problem verantwortlich machen. Ein gravierendes methodisches und logisches Problem des gesamten Forschungsunternehmens der Untersuchung unbewusster Effekte soll im Folgenden kurz näher dargestellt werden, bevor ein kurzer historischer Überblick gegeben wird.

Merikle und Daneman (1998) skizzieren sehr anschaulich das ihrer Meinung nach basale Problem der Forschung zur Wahrnehmung ohne Bewusstsein. Sie meinen:

„a major reason it took so long to make significant progress is that initially an unanswerable question was asked. The question that most studies addressed was ‘Are stimuli unconsciously perceived?’“

Ihrer Meinung nach ist bereits der **affirmative Ansatz**, also der Versuch, einen positiven Nachweis unbewusster Wahrnehmungseffekte führen zu wollen, zum Scheitern verurteilt.

Zeigen zu wollen, dass Stimuli nicht bewusst wahrgenommen werden, heisst sich auf ein wie auch immer geartetes Maß zur Messung des Bewusstseins zu verlassen, welches stets in irgendeiner Weise Schwächen aufweist.

Als Alternative stellen Merikle und Daneman (1998) die Möglichkeit eines **qualitativen Vergleichs** zwischen bewussten und unbewussten Prozessen dar, den sie mit einigen experimentellen Beispielen zu belegen versuchen (siehe Merikle & Joordens, 1997).

Der Standpunkt dieser Arbeit ist allerdings, dass ein qualitativer Ansatz nicht die einzige und auch nicht die beste Möglichkeit zur Lösung dieses Dilemmas darstellt.

Die von den Autoren dargestellte Problematik lässt sich nun sehr gut im Rahmen der geschichtlichen Entwicklung der Erforschung zur unbewussten Wahrnehmung darstellen. Diese soll im folgenden in der gebotenen Kürze und ohne Anspruch auf Vollständigkeit dargestellt werden.

1.6. Forschungshistorie

Die experimentelle Forschung zur unbewussten Wahrnehmung basiert auf einer langen, aber leider nicht sehr einheitlichen Tradition. Sie lässt sich, was ihre Aussagen angeht, mit einem mal zur einen Seite (der Akzeptanz unbewusster Prozesse), und mal zur anderen Seite (der Ablehnung unbewusster Prozesse) schwingenden Pendel vergleichen.

Zum Verständnis dieser „Pendelbewegungen“ müssen neben dem theoretischen Hintergrund der jeweilig beteiligten Forscher auch ihr experimentelles Vorgehen und die jeweils verwendeten Messmethoden einbezogen werden. Die Frage, inwieweit unbewusste Reize unsere Handlungen beeinflussen, wird zwar schon lange und vehement diskutiert, ist aber oft nur introspektiv – also aufgrund subjektiver Erfahrungen – oder auch auf andere Art methodisch nur unbefriedigend erforscht worden.

Spätestens seit den gesellschaftlich bahnbrechenden Veröffentlichungen Freuds (1961) über die möglichen unbewussten Einwirkungen von Trieben, Wünschen oder anderen, meist gesellschaftlich geächteten Impulsen auf unser offen gezeigtes Verhalten wird die Wirkung des Un- bzw. Unterbewussten dabei auch außerhalb akademischer Kreise diskutiert. Im Gegensatz zur empirisch vorgehenden Forschung, in der mehr oder weniger strenge Nachweise für die Existenz unbewusster Prozesse gefordert werden, sind diese in der populären Diskussion (s.o.) jedoch weitgehend akzeptiert.

Dabei richtete sich das Hauptaugenmerk Freuds und seiner Nachfolger auf Träume, Gefühle und subjektive verbale Berichte der Patienten, wobei als Techniken neben der Traumdeutung auch z.T. die Hypnose verwendet wurde. Ein wichtiger methodischer Punkt der hier anzumerken ist, liegt in der Tatsache, dass die Interpretation der Träume und Empfindungen der Patienten und ihre Zuweisung zur „Domäne“ des sog. Unbewussten oder Bewussten allein auf Seiten des Therapeuten lag.

Neben der oft und gern, vor allem methodisch kritisierten psychoanalytischen Beschäftigung mit dem Unbewussten startete auch die experimentelle Erforschung des Phänomens Bewusstsein zu Beginn unseres Jahrhunderts. Frühe theoretische Arbeit wurde dabei – wie in vielen anderen Gebieten – von William James geleistet, der 1890 zu diesem Thema schrieb:

“Of what use to a nervous system is a superadded consciousness? Can a brain which has it function better than a brain without it?”

Die hier deutlich werdende Anzweiflung einer möglichen Kontrollfunktion des Bewusstseins, etwa im Rahmen unserer Handlungssteuerung, bildet den Grundstein für eine ganze Reihe von Arbeiten, die nach **Dissoziationen** zwischen dem bewussten Zugriff auf uns umgebende Reize und deren möglicher Funktion für die Handlungssteuerung suchen.

Dabei wollte man prinzipiell zeigen, dass Reize, die auf der einen Seite keine bewusste mentale Repräsentation erzeugen, auf der anderen Seite dennoch Einflüsse auf unser Handeln haben können. Die empirischen Arbeiten zur unbewussten Verarbeitung von Reizen beziehen sich im Gegensatz zum vorher angesprochenen psychoanalytischen Ansatz zumeist auf genau definierte Reiz- und Reaktionsschemata, innerhalb derer zwar nur begrenzte, aber dafür schärfere Aussagen getroffen werden können.

Ein einfaches Experiment zur Wahrnehmung ohne Bewusstsein wurde schon 1898 von Boris Sidis, einem Zeitgenossen von William James, durchgeführt.

Er präsentierte dabei seinen Probanden 10 Karten, auf denen entweder eine Ziffer oder ein Buchstabe dargestellt waren. Die Beobachter sollten zunächst angeben, was sie auf der Karte sehen konnten. Dies stellt in diesem Fall ein introspektives bzw. subjektives Maß der Bewusstheit der Reize dar. Anschließend sollten die Probanden das abgebildete Item benennen. Die Karte wurde den Vpn jedoch aus einer solchen Entfernung gezeigt, dass sie subjektiv berichteten, auf der Karte nichts oder nur einen verschwommenen Fleck erkennen zu können. Sidis (1898) hierzu:

„...subjects often complained that they could not see anything at all; that even the black, blurred, dim spot often disappeared from their field of vision.“

Trotzdem wurden die Probanden instruiert, die Identität des auf der Karte gezeigten Items so genau wie möglich angeben. Interessanterweise lagen sie in ihren Urteilen über die Kategorie oder Identität der abgebildeten Items durchgehend oberhalb der Ratewahrscheinlichkeit. Sidis (1898) schloß daraus auf

„...the presence within us of a secondary subwaking self that perceives the things which the primary awaking self is unable to get at.“

Die Arbeit von Sidis (1898) läßt sich methodisch in den Rahmen der Arbeiten eingliedern, die versuchen über sogenannte **Konfidenzurteile** der Vpn Einblick in die Wirkung unbewusster Prozesse zu erhalten. Hierbei geben die Vpn ein Urteil darüber ab, wie **sicher sie sich sind**, a) dass ein Reiz präsentiert wurde oder b) ein bestimmter Reiz aus einer Reihe von Stimuli gezeigt wurde. Dabei haben die Vpn zumeist die Möglichkeit dieses Urteil auf einer mehrstufigen Skala (etwa von sehr sicher bis sehr unsicher) abzugeben. Das Konfidenzurteil stellt ein **subjektives Urteil** der Vp dar.

Dieser Ansatz wirkt intuitiv zunächst sinnvoll, da man Bewusstsein vor allem als **subjektives Phänomen** (Merikle, 1986) definieren kann, hat jedoch ernste methodische Probleme. Entscheidend dabei ist, dass der Versuchsleiter (VL) sich nicht sicher sein kann, welches **Kriterium** der Proband für seine Antwort verwendet. Merikle (1984) spricht sich daher relativ vernichtend zu dieser Methode aus:

„...it transforms the responsibility for operationally defining awareness from the investigator to the observer.“

Die Verantwortung für die Definition der Bewusstheit allein beim Beobachter zu belassen, ist in einem wissenschaftlichen Paradigma natürlich unbefriedigend und streng genommen indiskutabel. Ein Mangel an subjektiver Konfidenz auf Seiten der Vpn muss nicht heißen, dass wirklich keine bewusste perzeptuelle Erfahrung eines Stimulus vorliegt.

Ein wichtiger Einfluß der hier außer Acht gelassen wird, ist die sog. **Antworttendenz (response-bias)** der Vpn, also die Neigung der Probanden eher mit einer bestimmten Antwortalternative zu reagieren. Diese Tendenz wird etwa von der genauen Instruktion beeinflusst, kann aber auch von der Voreinstellung der Vpn abhängen. Durch geeignete Belohnungs- und Bestrafungspläne etwa kann hier Einfluss vom Versuchsleiter ausgeübt werden.

Im weiteren ist die genaue Konstruktion der Skala zur Answerfassung ein wichtiger Punkt, der zwischen verschiedenen Arbeiten, die mit einem Konfidenzrating der Vpn arbeiten, erheblich variiert.

Die Antworttendenz im Versuch von Sidis (1898) könnte etwa bei der Frage nach einer bewussten Wahrnehmung der gezeigten Karten durch die Hervorhebung der genauen Erkennung *konservativer* gestaltet worden sein. Das heißt, dass die Vpn hier u. U. den Eindruck gewonnen haben, sie sollten im Versuch nur dann auch mit Ja antworten, wenn sie sich besonders sicher seien, wirklich etwas gesehen zu haben. Wertet man die Daten unabhängig von diesen Annahmen aus, könnte man zu dem Schluß kommen, dass die Vpn keinen bewussten Eindruck der Reize (bzw. ihrer Merkmale) haben. In Wahrheit kann es aber sehr wohl sein, dass die Vpn einen Eindruck der Reize haben, aber wegen dem beschriebenen konservativen bias eher geneigt sind mit „Nein“ zu antworten.

Im Falle der Itemerkennung - für Sidis (1898) das Maß für unbewusste Wahrnehmung - könnten die Vpn jedoch – da sie den Eindruck gewonnen haben, es sei hier nicht so wichtig, richtig zu antworten – ein anderes, *liberaleres* Kriterium gewählt haben.

Dies könnte dazu führen, dass sie hier im Gegensatz zur Antwort auf die Frage nach der bewussten Wahrnehmung eher eine positive Antwort auf den Reiz geben. Dadurch ist ihre Chance in diesem Paradigma größer, rein zufällig richtig zu liegen.

Dies könnte von einem naiven Beobachter als größere Sensitivität des Maßes „Klassifikation“ gegenüber dem Maß „verbaler Bericht“ gewertet werden.

Es ist im weiteren unklar, inwieweit in beide Urteile der Vpn sowohl unbewusste als auch bewusste Anteile einfließen. Die Trennung dieser beiden Informationsquellen stellt ein großes theoretisches und praktisches Problem dar, welches auch heute nicht unbedingt als geklärt angesehen werden kann. Diese kurze Kritik des Versuches von Sidis (1898) sollte genügen um aufzuzeigen, dass eine Vielzahl methodischer Probleme bei der Erforschung unbewusster Wahrnehmung zu bewältigen sind.

Die frühen Befunde Sidis (1898) wurden von anderen Autoren repliziert (Stroh, Shaw & Washburn, 1908). Adams (1957) schrieb dem geschilderten Effekt sogar besondere Qualitäten als Unterrichts-Demonstration zu.

Aber auch mit anderen Methoden versuchte man schon früh, den möglichen Einfluß unbewusster Reize auf unser Verhalten zu untersuchen. Dunlap (zitiert nach Dixon, 1971) demonstrierte 1900, dass die Müller-Lyer - Täuschung – eine bekannte Illusion zur wahrgenommenen Länge von Linien – auch dann auftreten kann, wenn die Teile, die die Illusion bewirken, so schwach dargeboten werden, dass sie nicht mehr bewusst berichtet werden können.

Die direkte Reaktion wäre hier in der Antwort auf die Frage nach der Wahrnehmung der Linienenden (subjektives Urteil) zu sehen, während die indirekte Reaktion in der fälschlichen Einschätzung der Linienlänge besteht. Die Antwort der Kritiker der unbewussten Wahrnehmung auf diese Befunde und ihre Interpretation ließ jedoch nicht lange auf sich warten. Einige Jahre später versuchten Titchener und Pyle (1907) (zitiert nach Dixon, 1971) den Befund von Dunlap (1900) zu widerlegen. Hierzu schreibt Dixon (1971) in einer Zusammenfassung:

„There are few better examples than this paper of the considerable resistance which some experimental psychologists have towards the hypothesis that there may be stimulus response relationships which are effected by physiological processes with no phenomenological representation.“

Dixon (1971) konstatiert hier die früh auftretende und erbitterte Kontroverse zwischen „Gläubigen“ und „Ungläubigen“ in der Erforschung unbewusster Wahrnehmungsprozesse, die teilweise bis zum heutigen Tage unvermindert andauert.

Die erste Welle experimenteller Arbeiten lief allerdings weitgehend unabhängig von einer breiten öffentlichen Diskussion über die Rolle und Funktion möglicher unbewusster Wahrnehmungsprozesse ab.

Ein größeres Interesse für das Thema ausserhalb wissenschaftlicher Kreise wurde allerdings einige Jahrzehnte später durch die angeblich erfolgreiche Verwendung sogenannter „unterschwelliger Botschaften“ in Kinofilmen angestoßen. Kurze, in den laufenden Film eingestreute Einzelbilder, die vom Betrachter nicht bewusst wahrgenommen werden können, sollten angeblich das Kaufverhalten von Konsumenten beeinflussen.

Diesen, von einer Firma wahrscheinlich zu kommerziellen Zwecken in Umlauf gesetzten Informationen mangelte es jedoch an detaillierten Ergebnisdarstellungen. Hinzu kommt die Unglaubwürdigkeit und mangelnde Replizierbarkeit der berichteten Befunde. Man kann weder davon ausgehen, dass die berichteten Befunde in angemessener Weise experimentell erzeugt, noch dass sie methodisch sauber überprüft wurden.

Es ist z.B. weitgehend unklar, wie durch die verwendeten Materialien wirklich die *Motivation* der Betrachter, etwa zum Verzehr von Getränken, geweckt bzw. verändert werden sollen. Dies ginge über einen vergleichsweise geringfügigen und kurzzeitigen Einfluss unbewusster visueller Reize, der bisher geschildert und untersucht wurde, weit hinaus. Parallelen zu dieser Debatte finden sich in der Diskussion über unterschwellige Botschaften innerhalb bestimmter Musikstücke, die trotz mangelnder wissenschaftlicher Existenzbeweise des Phänomens unvermindert andauert und z.T. hohe Wellen schlägt (Vokey & Read, 1985).

Angesichts dieser Tatsachen geriet das gesamte Konzept der unbewussten Wahrnehmung unter den experimentellen Psychologen der fünfziger und sechziger Jahre in Verruf. Auch die vom Ansatz her ernstzunehmenden experimentellen Ansätze zur Erforschung der Wirkung unbewusster Reize in den fünfziger Jahren wiesen ihrerseits in den Augen einiger Kritiker gravierende methodische Schwächen auf. Einen guten Überblick findet der Leser bei Eriksen (1960).

Diese Arbeit stellt historisch gesehen eine Zäsur dar, deren Ergebnis eine weitgehende Lähmung des Forschungsbereichs nach sich zog. Eriksen (1960) kritisiert viele der bisher erschienenen Arbeiten auf differenzierter methodischer Grundlage und legt gleichzeitig überzeugend dar, dass sich die Annahme vieler Arbeiten, die verbale Berichtbarkeit (als ein subjektives Urteil) von Reizen sei unter Umständen nicht das sensitivste mögliche Kriterium für die Bewusstheit von Reizen, nicht halten läßt.

Damit kritisiert er gleichzeitig andere Maße für die experimentelle Erfassung des visuellen Bewusstseins, welche von den zitierten Autoren alternativ zum verbalen Bericht (dem subjektiven Urteil) verwendet wurden.

Die experimentelle „Funkstille“ in der Erforschung unbewusster Wahrnehmung, die sich - von Ausnahmen abgesehen - für etwa 20 Jahre an die Arbeit von Eriksen (1960) anschloß, wurde unter anderem durch die Arbeiten von Marcel (1983) und McCauley, Parmelee, Sperber & Carr (1980) unterbrochen.

Doch wiederum bereits 1984 konstatieren Cheesman & Merikle kritisch:

„This review of the recent studies demonstrating the efficacy of masked stimuli suggests that these studies do not necessarily demonstrate perception without awareness.“

Dabei hängt sich Cheesman & Merikles (1984) Kritik hauptsächlich an den ihrer Meinung nach inadäquaten Methoden zur Sicherstellung der Unterschwelligkeit¹ von präsentierten Reizen auf. Jede Studie, die wirklich etwas über unbewusste Reize und ihre Einflüsse auf die Wahrnehmung aussagen wolle, müsse folgerichtig auch nachweisen, dass die präsentierten Stimuli wirklich nicht im Bewusstsein der Beobachter repräsentiert sind.

Das hieße, die Nullsensitivität eines Maßes zu bestätigen. Dabei wurden etwa in den von Merikle (1982) kritisierten Studien seiner Meinung nach hauptsächlich methodische Fehler bei der Bestimmung der kritischen Präsentationszeiten der verwendeten visuellen Reize gemacht. Diese sind ein entscheidender Faktor für eine Aussage über die mögliche Bewusstheit der Reize. Die methodischen Argumente Merikles sollen an späterer Stelle detailliert eingebracht werden.

Die Arbeiten von Groeger (1984, 1988) konnten empirisch gewissenhaft demonstrieren, dass unbewusst wahrgenommene Wörter **unterschiedlich kodiert** werden als bewusst wahrgenommene. In seinem Versuch von 1984 präsentierte Groeger ein zunächst ein einzelnes Zielwort mit verschiedenen Darbietungszeiten und darauf folgend eine Matrix aus 24 Wörtern, aus der die Probanden das Zielwort selegieren sollten. Die Matrix enthielt zwar nie das jeweilige Zielwort, dafür jedoch Wörter, die entweder semantische oder strukturelle Ähnlichkeiten zum Zielwort aufwiesen. War das Zielwort etwa „town“, war der semantisch ähnliche Reiz das Wort „city“, der strukturell ähnliche Reiz das Wort „time“. Es ergaben sich Unterschiede zwischen solchen Durchgängen, in denen die Zielwörter sehr kurz und wahrscheinlich nicht bewusst und Durchgängen, in denen sie länger und wahrscheinlich bewusst dargeboten wurden. Im ersteren Fall wählten die Probanden eher das semantisch ähnliche Wort, im letzteren eher das strukturell ähnliche Wort. In dem Folgeversuch von 1988 fanden sich ähnliche Effekte auch bei akustischer Präsentation der Zielwörter. Hier wurden semantisch ähnliche Wörter bei unbewusster und phonologisch ähnliche Wörter bei bewusster Präsentation gewählt. Groeger (1988) schloß aus seinen Daten darauf, dass die Enkodierung eines Stimulus in kritischer Weise davon abhängig ist, ob er bewusst oder unbewusst enkodiert wird. Wenn ein Reiz bewusst wahrgenommen wird, dominiert seiner Meinung nach die oberflächliche (strukturelle) Enkodierung, wenn er aber unbewusst wahrgenommen wird, überwiegt die Relevanz der Semantik. Dies stellt im Sinne von Merikle & Daneman (1998)

¹ An dieser Stelle ist der Begriff durchaus gerechtfertigt.

eine mögliche **qualitative Unterscheidung** bewusster und unbewussten Prozesse dar. Dieser Punkt soll im weiteren noch aufgegriffen werden.

In einer umfangreichen Arbeit, die viele der bisherigen Arbeiten zusammenfasst und kritisiert, versuchte Holender schließlich 1986 die bisherige Debatte abzuschliessen.

„...there exists little or no evidence for the concept of perception without awareness ...“

Dabei läßt sich die in dieser Arbeit deutlich werdende Auffassung der Ablehnung unbewusster Wahrnehmung zwar akzeptieren, ihre methodische Begründung aber in vielen Punkten deutlich kritisieren.

Dabei soll hier nur ein Punkt genannt werden: Holender (1986) spricht davon, dass die **Intentionalität** einer Reaktion der Vpn Bewusstsein widerspiegelt.

Zunächst birgt das Konstrukt Intentionalität natürlich das Problem, dass es nicht direkt beobacht- oder messbar ist. Gegen die Annahme, dass Intentionalität zwangsläufig Bewusstsein widerspiegelt, spricht zudem, dass auch in Reaktionen, die willkürlich sind und sich damit rein intentional gesteuert darstellen, unbewusste Effekte bis zu einem gewissen Grad eingehen.

Niemand würde ernsthaft behaupten, dass Handlungen existieren, die bis ins kleinste Detail **bewusstseinsfähig** sind (hiermit sind Prozesse gemeint, die vollständig bewusst repräsentiert werden können).

Im Gegensatz dazu existieren sicherlich eine große Zahl von Prozessen, die normalerweise vollkommen unbewusst ablaufen und nur mehr oder weniger bewusstseinsfähig sind (Bsp. Regelung der Körpertemperatur, Atmung, bestimmte Formen der motorische Kontrolle). Ein Bsp. sind die körperlichen Vorgänge, die zum subjektiven Erlebnis des Durstgefühls führen. Während die Durstempfindung sicherlich ein subjektives, bewusstes Phänomen darstellt, kann man nicht sagen, dass der gesamte Prozess, an dessen Ende das Durstgefühl steht, in diesem Sinne bewusst wird.

Noch schwieriger wird es bei der definitorischen Abgrenzung unbewusster und bewusster Prozesse. An welcher Stelle gehen die möglicherweise vielgestaltigen unbewussten Prozesse in ein einziges, subjektives Gefühl bzw. einen Gedanken über?

Der Anteil unbewusster Prozesse an einem bewussten Prozess läßt sich mit den bisher verwendeten Methoden nicht genau bestimmen. Dieser Punkt ist für die weitere empirische Arbeit wichtig und soll an passender Stelle noch eingehender besprochen werden.

Ende der achtziger Jahre versuchten einige Autoren das viel kritisierte Forschungsprogramm mittels neuerer methodischer Betrachtungsweisen wieder in Gang zu bekommen.

Die Arbeiten von Reingold und Merikle (1988, 1990) vergleichen z.T. die beiden vorher für die Erfassung des Bewusstseins von Reizen verwendeten Maße (Entdeckung und Identifikation) in ein- und demselben experimentellen Durchgang, wobei sie sich unter anderem die Frage stellen, ob es möglich ist, dass ein Reiz trotz mangelnder Entdeckung dennoch in einer forced-choice - Prozedur überzufällig häufig richtig identifiziert werden kann. Dabei befinden sie in der Arbeit von 1990:

„Obviously, before stimulus identification can be justified as an adequate measure of awareness, many other qualitative differences that provide converging evidence consistent with this assumption need to be demonstrated.“

Die Autoren sprechen sich damit auf der einen Seite für die Verwendung mehrerer Maße zur Erfassung des Bewusstseins einer speziellen Reizsituation aus. Dadurch wird ein Vergleich verschiedener Ebenen der Reizverarbeitung möglich. Auf der anderen Seite sollten die bereits angesprochenen **qualitativen Unterscheidungen** die Grundlage für die Dissoziation zwischen bewusster und unbewusster Verarbeitung darstellen.

Dieser kurze historische Überblick macht Verschiedenes deutlich. Zum einen wechselten sich Phasen der scheinbaren empirischen Bestätigung unbewusster Effekte stets mit verheerender, zumeist auf methodischer Grundlage fußender Kritik dieser Daten ab. Zum anderen wurden sehr unterschiedliche Methoden verwendet, um im Rahmen des affirmativen Ansatzes den Nachweis unbewusster Effekte zu treffen.

In beinahe allen besprochenen Arbeiten wird aber trotz aller Unterschiede dennoch eine bestimmte Logik der Vorgehensweise in der Untersuchung unbewusster Wahrnehmungsprozesse deutlich, die in den nächsten Abschnitten besprochen werden soll.

2.1. Das Dissoziationsparadigma

Eine Möglichkeit, die Effekte unbewusster Wahrnehmung aufzuzeigen, besteht darin, eine Dissoziation zwischen der bewussten Wahrnehmbarkeit von Reizen auf der einen Seite und ihren Effekten auf nachfolgende Stimuli auf der anderen Seite nachzuweisen.

Hierzu bietet sich das empirisch auf den verschiedensten Ebenen gut untersuchte priming-Paradigma an, welches aber nur einen Teil des Dissoziationsparadigmas darstellt.

Dieses beinhaltet auf der einen Seite eine sog. **direkte** Aufgabe, in der die Vpn einen Reiz (den prime) klassifizieren oder identifizieren müssen und auf der anderen Seite eine sog. **indirekte** Aufgabe, in der ein Einfluss dieses Reizes (priming) auf einen anderen Stimulus untersucht werden kann. Das Dissoziationsparadigma ist dann (im besten Sinne) erfolgreich, wenn trotz des Vorliegens einer Nullsensitivität in der direkten Aufgabe indirekte Effekte des primes aufgezeigt werden können.

Nullsensitivität bedeutet, dass sich im Rahmen dieser direkten Aufgabe keine Hinweise darauf finden lassen, dass die Vpn den präsentierten Reiz im Rahmen einer wie auch immer gearteten Aufgabe bewusst wahrnehmen können. Es existieren unterschiedliche Möglichkeiten der Messung in der direkten Aufgabe.

Bei der *perzeptuellen Klassifikation* soll der Proband in einer forced-choice Situation entweder über die An- oder Abwesenheit eines Reizes Auskunft geben (**Detektion / Entdeckung**), oder aus einer vorher bestimmten kleinen Auswahl von Reizen denjenigen wählen, von dem er meint ihn gesehen zu haben (**Klassifikation / Diskrimination**). Er gibt also im Gegensatz zum vorher beschriebenen Konfidenzurteil eine einfache Zweiwahl-Antwort ab.

Wenn diese Auswahl in einer Zuordnung zu verschiedenen Antwortklassen besteht, die mehrere Elemente beinhalten können, spricht man von einer **Klassifikation**.

Darüberhinaus gibt es die Möglichkeit, den einzelnen Reiz konkret einer Antwort zuzuordnen (**Identifikation**). Bei nur zwei möglichen Reizen stimmen Klassifikation und Identifikation überein. Das Klassifikationsmaß hat entscheidende methodische Vorteile gegenüber den bereits beschriebenen Konfidenzurteilen, denn sowohl die perzeptuelle Sensitivität als auch die Antworttendenz der Vpn können gemessen werden. Ein großes Problem bei der eloquenten Anwendung dieser Maße bestand jedoch zunächst darin, dass jegliche Effekte unbewusster Reize damit eliminiert zu sein schienen.

Daraus jedoch zu schließen, dass das Phänomen unbewusste Wahrnehmung schlicht nicht existiert, scheint verfrüht. Ein Punkt der dabei übersehen wird liegt darin, dass die vorhandene Null-Sensitivität eines diskriminierenden Maßes die Abwesenheit von sowohl unbewussten als auch bewussten Prozessen bedeuten kann. Man muß davon ausgehen, dass in diskriminative Maße sowohl bewusste als auch unbewusste Einflüsse eingehen. Reingold und Merikle (1990) schließen daraus:

„If discriminate responding does not measure conscious processes exclusively and actually measures the influence of both, conscious and unconscious processes, then equating awareness with the capacity for discriminative responding may be tantamount to defining unconscious perception out of existence.“

Mit einem solchen Kriterium ist also nichts über die Möglichkeit unbewusster Wahrnehmung ausgesagt, da es nicht **exklusiv** - also alleinig - unbewusste bzw. bewusste Einflüsse misst.

Abschließend läßt sich zur Klassifikationsprozedur allgemein sagen, dass sie dadurch, dass sie ein adäquates Maß für Bewusstsein benötigt, prinzipiell angreifbar wird. Hier gehen die theoretischen Probleme der **Exklusivität** und **Exhaustivität** (Reingold & Merikle, 1990) ein. Diese sollen im folgenden Abschnitt dargestellt werden.

2.2. Exklusivität und Exhaustivität

In den Arbeiten von Reingold und Merikle (z.B. 1990) wird insbesondere auf die theoretischen Kriterien der **Exklusivität** und **Exhaustivität**, die von den meisten Autoren vernachlässigt werden, eingegangen. Man definiert hierbei die Exklusivität eines Maßes dadurch, dass es **allein die Anteile einer bestimmten Domäne**, also entweder der bewussten oder der unbewussten Reizverarbeitung, repräsentiert. Teile der jeweils anderen Kategorie dürfen damit nicht vom Maß erfasst werden. Die Exhaustivität wiederum beschreibt die Annahme, dass ein Maß **alle Anteile** einer jeweiligen Domäne abbildet.

Streng genommen sollte ein ideales Maß für die Erfassung des Bewusstseins nach Reingold & Merikle (1990) beide Kriterien erfüllen. Es wird von den Autoren jedoch postuliert, dass keines der bisher verwendeten experimentellen Maße diesem Anspruch genügt. Klotz und Neumann versuchen in einer Arbeit von 1999 im Kontext des Dissoziationsparadigmas durch eine Reihe von Versuchen quasi kumulativ beide Aspekte zu erfüllen. Kritisch betrachtet reicht auch dieser akkumulative Ansatz nicht aus, um der Kritik effektiv zu begegnen.

Aus den genannten Gründen diskutieren Reingold und Merikle (1990) in ihrer Übersichtsarbeit eine alternative Vorgehensweise.

2.3. Die qualitative Dissoziation

Reingold & Merikle (1990) gehen davon aus, dass ein spezifischer Vergleich verschiedener Maße im Dissoziationsansatz mehr Möglichkeiten zur Lösung der Fragestellungen unbewusster Wahrnehmung bietet als das vorher beschriebene Dissoziationsparadigma. Sie meinen:

“...a comparison of the relative sensitivity of different types of tasks used to assess perception and memory have the potential to provide considerable information concerning the relation between consciousness and cognition.“

Dabei greifen sie die bereits angesprochene Unterscheidung zwischen **direkten** und **indirekten** Maßen auf. Im Rahmen der Gedächtnisforschung läßt sich ihre Grundidee gut darstellen.

Hier stellen die freie Wiedergabe (**recall**) oder die Wiedererkennung (**recognition**) von Items direkte (explizite) Maße für die Gedächtnisleistung dar. Der Proband soll beim recall ein vorher gelerntes Item frei und ohne Hilfe wiedergeben, bei der recognition hingegen alte Items aus einer Liste mit alten und neuen Items wiedererkennen.

Die **Ergänzung von Wortstämmen** zu sinnvollen Wörtern dagegen stellt eine denkbare indirekte (implizite) Aufgabe dar. Der Proband bekommt dabei etwa die ersten drei Buchstaben eines möglichen Wortes dargeboten und hat die Aufgabe, dieses zu ergänzen.

Dabei können allerdings verschiedene sinnvolle Wörter aus den Buchstaben ergänzt werden. Nun läßt sich auswerten, inwieweit Wörter aus einer vorher gesehenen Liste in die Ergänzungsprozesse einfließen. Man nimmt an, dass durch eine wie auch immer geartete Repräsentation der Reize im Gedächtnis der Probanden die Wortanfänge häufiger zu den gespeicherten / gelernten Wörtern ergänzt werden als zu anderen möglichen Wörtern. Dabei sollte es den Probanden gleichzeitig nicht gelingen, dieselben Wörter bewusst abzurufen. Dies stellt eine **Dissoziation** zwischen der bewussten Repräsentation der Reize und ihrem möglichen Einfluss auf das Verhalten dar. Obwohl die Wörter nicht bewusst repräsentiert sind, beeinflussen sie die Wiedergabe in der impliziten / indirekten Aufgabe.

Entscheidend ist dabei die Tatsache, dass die Vpn bei direkten Aufgaben die Instruktion haben, bewusst zwischen Reizen (etwa hier Gedächtnisinhalten) zu unterscheiden, während sie im indirekten Fall keine diesbezügliche Instruktion erhalten und man davon ausgehen kann, dass gemerkte Items ohne direkte Beteiligung des Bewusstseins (in Form einer aktiven Gedächtnissuche) einfließen. Eine methodische Weiterentwicklung dieser Maße im Gedächtnisbereich wurde von Jacoby und Mitarbeitern (Jacoby, 1991) im Rahmen der sog. „**Prozess-Dissoziation**“ vorgenommen.

Sowohl in direkte als auch in indirekte Maße können bewusste als auch unbewusste Anteile einfließen. Weder direkte noch indirekte Maße sind also im Sinne von Reingold & Merikle (1990) exklusiv oder exhaustiv.

Dies stellt im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Vorgehensweisen nach Meinung der Autoren jedoch nun kein Problem mehr dar. Während andere Maße diese Kriterien prinzipiell berücksichtigen mußten, ist die einzige Arbeitsannahme, die beim qualitativen Dissoziationsansatz eingeht, die folgende:

„The sensitivity of a direct discrimination is assumed to be greater than or equal to the sensitivity of a comparable indirect discrimination to conscious, task relevant information.“

Reingold und Merikle (1990) gehen also davon aus, dass die Sensitivität eines direkten Maßes in Bezug auf bewusste und aufgabenrelevante Information **prinzipiell größer** sein sollte als die Sensitivität eines entsprechenden indirekten Maßes.

Also muß nicht wie bei üblichen Tests die Nullsensitivität eines Maßes demonstriert werden, sondern lediglich die größere **relative Sensitivität** eines erhobenen Maßes relativ zu einem anderen erhobenen Maß. Diese minimale Arbeitsannahme ist im Gegensatz zu den vorher dargestellten Annahmen über die Exklusivität und Exhaustivität eines Maßes verhältnismäßig plausibel.

Wann liegt nach Meinung der Autoren nun unbewusste Verarbeitung vor? Reingold und Merikle (1990) schließen:

„...unconscious processes are implicated whenever an indirect measure shows greater absolute sensitivity than an comparable direct measure to a particular stimulus dimension.“

Unbewusste Prozesse werden also nach Meinung der Autoren in der größeren Sensitivität eines indirekten Maßes für eine spezifische Reizdimension widergespiegelt.

Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt darin, dass das Problem wegfällt, auf methodisch stets kritisierbare Art und Weise die Null-Sensitivität eines Maßes festzulegen. Damit ist für die Autoren die Diskussion über ein adäquates Maß für Bewusstsein zwar nicht vollständig beendet, aber doch in eleganter Form umschifft. Reingold und Merikle (1990) beschreiben Befunde (Kunst-Wilson & Zajonc, 1980), die ihrer Meinung nach mit der beschriebenen Vorgehensweise Evidenz für unbewusste Einflüsse zeigen konnten. Zum Abschluß ihrer Arbeit geben sie den folgenden Rat:

„We suggest that the perspective guiding research into the conscious should be based on a search for the qualitatively different behavioral consequences that may distinguish conscious from nonconscious processes.“

Damit unternehmen sie den Versuch, die Erforschung unbewusster Prozesse auf qualitative Unterschiede zu konzentrieren, ein Ansinnen, dass im Vergleich zu den größtenteils erfolglosen oder methodisch kritisierbaren Versuchen der Vergangenheit zunächst erfolgversprechend zu sein scheint.

Der Ansatz der qualitativen Unterscheidung hat allerdings ein entscheidendes inhaltliches Problem. Er geht zwingend davon aus, dass qualitative Unterscheidungen zwischen bewusster und unbewusster Verarbeitung nicht nur existieren, sondern dass diese auch den zentralen Punkt in der Dissoziation der Prozesse ausmachen.

Dies ist allerdings durchaus nicht allgemein akzeptiert, sondern wird stark diskutiert. Merikle & Daneman (1998) gehen davon aus, dass unbewusste und bewusste Prozesse nicht ähnlich oder sogar prinzipiell gleich sein können, sondern stets qualitativ unterscheidbar sein müssen. Wenn dies nicht der Fall ist, greift die von ihnen propagierte Methode der qualitativen Dissoziation nicht. Es wird zu demonstrieren sein, ob diese Annahme auch im Rahmen des hier verwendeten Paradigmas zutrifft.

Zudem scheinen die von ihnen verwendete Paradigmen (Merikle & Joordens, 1997) eine artifizielle Situation zu erschaffen, in der sich Effekte zeigen, die unter Umständen nicht dem normalen Vorkommen der Phänomene entsprechen. Dabei werden die Probanden dazu gezwungen, auf eine bestimmte strategische Weise auf präsentierte Reize zu reagieren. Dies verändert möglicherweise die vorliegenden Effekte im Sinne der Untersucher.

Der qualitative Ansatz ist bisher von keiner anderen nennenswerten Arbeit einer anderen Forschergruppe aufgegriffen worden und daher bleibt unklar, inwieweit er die weitere Erforschung unbewusster Prozesse beeinflussen wird.

Nach der Diskussion verschiedener methodischer Ansätze und Kritikpunkte soll nun die auf die Grundlagen der Messung eingegangen werden.

2.4. Methodik: Die Logik und Implikationen des Vorgehens

Im Rahmen der Diskussion über mögliche Effekte unbewusster Reize auf unser Verhalten ist das aus der Psychophysik stammende Konzept der **Schwelle** diskutiert worden (z.B. Held, 1997). Eine naheliegende Kritik gefundener Effekte liegt darin, zu behaupten dass gefundene Effekte auf irgendeinen schwachen, aber dennoch bewussten visuellen Effekt der maskierten Reize zurückgehen. Es lag also stets beim Untersucher zu zeigen, dass die Vpn keinen bewussten Eindruck des kritischen Reizes hatten. Er hatte das Vorliegen unbewusster Prozesse also zu bestätigen (s.o.).

Verschiedene Untersucher sprechen bei der Diskussion einer möglichen „Bewusstseinsschwelle“ auch von verschiedenen Schwellentypen (Held, 1997), ein Ansatz, der die schwierige Lage etwas klären soll.

Dabei definiert man im Allgemeinen drei Schwellentypen, die **sensorische**, **objektive** und **subjektive Schwelle**. Die Annahme einer oder auch mehrerer diskreter Schwellen zwischen unbewusster und bewusster Verarbeitung ist allerdings zu kritisieren und wird zudem durch die Anwendung der **Signalentdeckungstheorie** (MacMillan & Creelman, 1991) überflüssig. Im Folgenden soll das in dieser Arbeit verwendete Maskierungsparadigma, der Metakontrast, näher dargestellt werden.

3.1. Das Phänomen Metakontrast

Ein seit geraumer Zeit in der visuellen Maskierung verwendetes experimentelles Paradigma (Stigler, 1910; Werner, 1935; Alpern, 1953) stellt der sog. **Metakontrast**, eine Form der Rückwärtsmaskierung dar. Seine Relevanz für die aktuelle Erforschung der Wahrnehmung ohne Bewusstsein wurde jedoch erst in den letzten Jahren (Neumann & Klotz, 1994, Klotz & Wolff, 1995, Klotz & Neumann, 1999) wiederentdeckt.

Er bietet auf ideale Weise die Gelegenheit, die Performanz von Beobachtern im bereits beschriebenen Dissoziationsparadigma zu untersuchen. Im Rahmen der Metakontrast-Maskierung wird die Erkennbarkeit eines zuerst präsentierten visuellen Reizes durch die Präsentation eines zweiten Reizes, dessen Innenkonturen an die äußeren Konturen des ersten Reizes angrenzen, deutlich herabgesetzt. Die Benennung des Phänomens ergibt sich aus der Tatsache der zeitlichen Abfolge der beiden Reize, die im folgenden stets als prime und Maske bezeichnet werden. Bei einer umgekehrten Präsentation, (also zuerst Maske und anschließend prime), spricht man vom sog. Parakontrast.

Abb. 2 stellt das klassische Scheibe-Ring - Paradigma dar (Werner, 1935), in dem eine Scheibe durch einen nachfolgenden Ring maskiert wird.

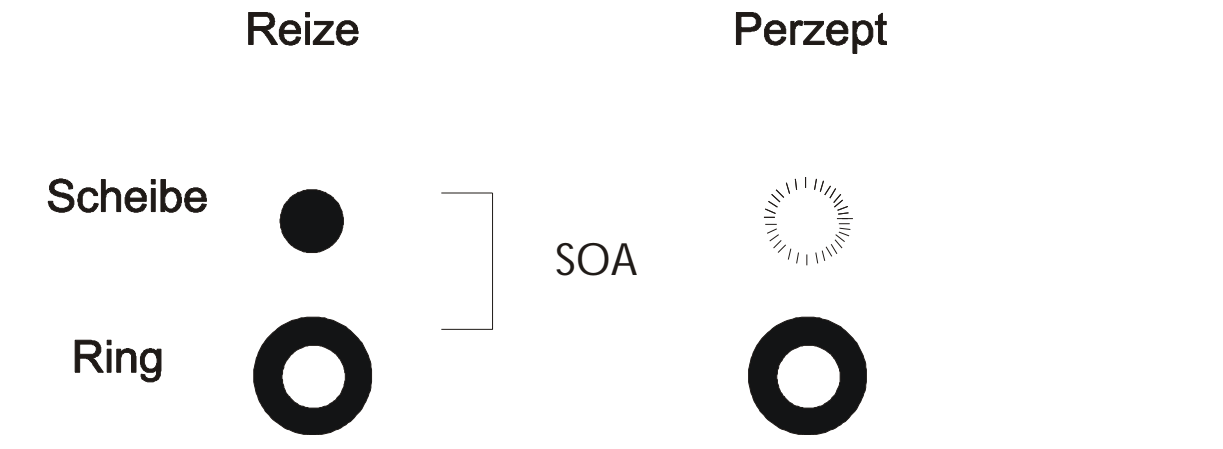


Abb 2: Das klassische Scheibe-Ring - Paradigma zum Metakontrast

Dabei wirkt der zweite Reiz aber nicht wie etwa eine klassische pattern-Maske (siehe Breitmeyer, 1984) durch räumliche Überlagerung, sondern gerade trotz der Tatsache, dass sich die Flächen der zeitlich aufeinanderfolgenden Stimuli nicht überschneiden.

Zur Funktionsweise der Maske gab es lange Zeit nur Vermutungen (Werner, 1935), in letzter Zeit existieren jedoch aktuellere Erklärungsansätze (Francis, 1997, Macknik & Livingstone, 1998). Die Wirkung der Maskierung im Metakontrast-Paradigma ist dabei in kritischer Weise von der zeitlichen Spanne zwischen dem Beginn des ersten und dem Beginn des zweiten Reizes, also der stimulus-onset-asynchrony (SOA) abhängig.

3.1.1.Maskierungsfunktionen im Metakontrast

Üblicherweise findet sich beim Einsatz sehr kurzer und sehr langer SOAs keine ausreichende Maskierungswirkung, während sich in einem mittleren Bereich (zwischen 40 und 80 ms) eine gute Maskierungswirkung erzielen lässt (Neumann, 1978). Zusammenfassende Berichte über Metakontrast finden sich bei Kahneman (1968) und Breitmeyer (1984).

Es besteht in der Literatur eine Kontroverse darüber, wie man Metakontrast funktionell definieren soll. Auf der einen Seite wird die Relevanz der resultierenden Maskierungsfunktion hervorgehoben (Breitmeyer, 1984). Hier sieht man es als entscheidend für die Bezeichnung Metakontrast an, dass eine spezifische Maskierungsfunktion (sog. Typ-B - Maskierung) vorliegt.

Diese zeichnet sich dadurch aus, dass der erste Reiz bei sehr kurzem SOA nicht maskiert wird, während die Maskierungswirkung mit zunehmendem SOA zunimmt, zwischen 40 und 80 ms ihren Gipfel erreicht und schließlich danach wieder absinkt.

Wenn die Effektivität der Maske (etwa als Prozent wahrgenommener primes) auf der Ordinate und das SOA auf der Abzisse abgetragen werden, ergibt sich damit eine U - förmige Funktion. In der Abb. 3 sind Maskierungsfunktionen aus einer Arbeit von Neumann (1978) abgetragen.

Den Probanden wurden Reize im beschriebenen Scheibe-Ring-Paradigma lateralisiert dargeboten. In einer Aufgabe sollten sie entdecken, ob eine Scheibe präsentiert worden war oder nicht. Auf der Abzisse ist die Detektionswahrscheinlichkeit für die maskierten Reize, auf der Ordinate das SOA zwischen erstem und zweitem Reiz abgetragen. Die beiden Kurventypen unterscheiden sich darin, ob zusätzlich ein weiterer Reiz mit bestimmten zeitlichen Charakteristiken auf der anderen Seite des Displays dargeboten wurde. Unter allen Bedingungen findet sich eine Typ-B - Maskierung. Die sogenannte Typ-A - Maskierung hingegen zeichnet sich dadurch aus, dass schon bei kurzen SOAs eine effektive Maskierung vorhanden ist, deren Effektivität mit dem Anstieg des SOA stetig abnimmt.

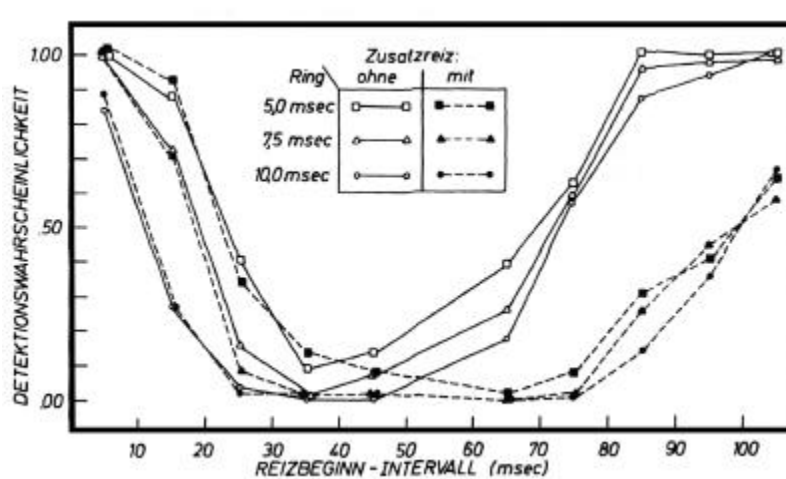


Abb. 3: Typische Metakontrast - Maskierungsfunktionen (aus Neumann, 1978)]

In einer Arbeit von Lachter & Durgin (1999) findet sich eine zusammenfassende Diskussion über die Einflüsse verschiedener Parameter (Energie und Art der beteiligten Reize, Geschwindigkeit der Reaktion) auf die resultierende Funktion.

Auf der anderen Seite kann man das Phänomen Metakontrast durch die Art der verwendeten Reize, also unabhängig von der gefundenen Maskierungsfunktion, definieren. Wenn Stimuli verwendet werden, die durch räumlich - zeitliche Kontiguität im angesprochenen Sinne maskieren, spricht man von Metakontrast (genau wie pattern- oder noise-Maskierung durch die verwendeten Masken definiert wird). Im folgenden Verlauf der Arbeit soll dieser zweiten Definition gefolgt werden.

Phänomenal reduziert der zweite Stimulus die Sichtbarkeit des ersten Reizes, wobei die Beobachter hier oft von einer Helligkeitsreduktion des ersten Reizes sprechen (Alpern, 1953; Fry, 1934). Metakontrast wird auch häufig von einem Eindruck der Scheinbewegung begleitet, wobei einige Autoren die Annahme vertraten, dass die beiden Phänomene auf denselben Mechanismen beruhen (Kahneman, 1967; Schiller & Smith, 1966).

3.1.2. Abhängige Variablen und Befunde im Metakontrast-Paradigma

In frühen Arbeiten wurde zunächst der phänomenale Eindruck der Vpn über den maskierten Reiz als abhängige Variable herangezogen. Fehrer und Raab (1962) waren die ersten, die neben einem verbalen Bericht auch die Reaktionszeit einer Einfachreaktion (Typ-A) im Metakontrast-Paradigma gemessen haben.

Die Vpn sollten dabei auf den ersten präsentierten Reiz in einem Durchgang so schnell als möglich reagieren. Als Stimuli wurden ein zentrales Rechteck als erster (maskierter) und zwei flankierende Rechtecke als zweiter (maskierender) Reiz verwendet. Die Reize konnten einzeln (erster oder zweiter Reize allein) oder in Kombination erscheinen.

Die Autoren fanden heraus, dass die Reaktionszeit der Vpn sich bei der Reaktion auf die Kombination von erstem und zweitem Reiz nicht bedeutsam von der Reaktion auf den allein präsentierten (unmaskierten) ersten Reiz unterschied. In anderen Worten fand sich kein Effekt der Maskierung auf die Schnelligkeit der einfachen Reaktion bezüglich des ersten Reizes. Im Gegensatz dazu benötigte eine überzufällige Unterscheidung zwischen Durchgängen mit und ohne erstem Reiz (also eine Entdeckung des maskierten Reizes) - ein spezielles Training der Probanden.

Diese Befunde wurden mit leicht verändertem Vorgehen von Fehrer und Biederman (1962) repliziert. In ihrem Experiment bestand der erste Reiz nicht wie bei Fehrer und Raab (1962) aus einem **onset** - Reiz (dem zentralen Rechteck), sondern stattdessen aus einem **offset** des ansonsten durchgehend erleuchteten zentralen Rechtecks. Die Vpn sollten in einen Teil der Durchgänge eine möglichst schnelle Reaktionszeit auf den ersten Reiz abgeben und in anderen Teil verbal zwischen Durchgängen diskriminieren, in denen die Maskierreize allein und solchen, in denen beide Reize erschienen waren. Die Autoren befanden:

„The data therefore show that even though careful observation failed in many cases to detect the presence of the test stimulus, RT apparently detected accurately at each stimulus presentation.“

Im Anschluß an ein zweites Experiment, in dem im Gegensatz zum ersten beschriebenen Versuch naive Beobachter getestet wurden, schlossen sie:

„...that RT can be initiated and determined by an event which is so successfully masked that it is often not detected by careful phenomenal observation.“

Die ersten Autoren, die eine Wahlreaktionszeit (Typ-B - Reaktion) im Metakontrast - Paradigma gemessen haben, waren Schiller und Smith (1966). Sie präsentierten zwei Ringe gleichzeitig links und rechts des Fixationsortes, wobei auf der einen Seite kurz vorher eine Scheibe gezeigt wurde. Die Beobachter sollten mit einer schnellen Reaktion auf die Präsentationsseite der maskierten Scheibe reagieren.

Scheibe und Ringe wurden für jeweils 5 ms und mit gleicher Helligkeit präsentiert. Die Autoren fanden, dass die Vpn unter allen SOA-Bedingungen immer auf die korrekte Seite reagierten und dass die Reaktionszeit nicht vom SOA beeinflusst wurde. Allerdings maßen die Autoren nicht die Berichtbarkeit des ersten Stimulus. Dafür berichteten die Vpn einen Scheinbewegungs - Eindruck auf der Seite mit der Scheibe und ein positives Nachbild des Rings auf der anderen Seite. Dies weist darauf hin, dass sie möglicherweise in einer Entdeckungsaufgabe auch überzufällig auf die Anwesenheit der Scheibe hätten reagieren können.

Im Anschluss an diese Arbeit wurden die Methoden der Signalentdeckungstheorie (MacMillan & Creelman, 1991) regelmäßig in Versuchen mit dem Metakontrast - Paradigma angewendet (Hernandez & Lefton, 1977; Weintraub & Fidell, 1979). Die Ergebnisse dieser Studien belegen, dass eine verbale Diskriminierbarkeit zwischen dem Vorhandensein und Nicht - Vorhandensein von maskierten Stimuli gegeben war, wenn genügend Übung und Feedback gegeben wurde.

Allerdings finden sich auch nach einer großen Zahl von Durchgängen noch große Unterschiede zwischen Beobachtern (Weintraub & Fidell, 1979). Dabei lassen etwa wahrgenommene Dauer (Fehrer & Biederman, 1962), Scheinbewegung (Kahneman, 1967), wahrgenommene Helligkeit (Fehrer & Raab, 1962), wahrgenommene Vergrößerung der Maske (Werner, 1935) und positive Nachbilder im Innern der Maske als mögliche visuelle Kriterien der Vpn für eine Entdeckbarkeit des ersten Stimulus nennen. Diese benötigen zu ihrer Ausprägung natürlich eine Reihe von Übungsdurchgängen und zudem Feedback über die Richtigkeit der Reaktion. Zusammengefasst lässt sich sagen, dass zumindest bei untrainierten Probanden in den zitierten Studien starke Hinweise für eine motorische Reaktion auf nicht bewusst wahrgenommene Reize gefunden worden sind.

Ein kritischer Punkt bei den dargestellten Untersuchungen liegt in der Regel im Nachweis der Unbewusstheit (s.o.) der verwendeten maskierten Reize begründet.

3.1.3. Mechanismen des Metakontrast: Erklärungsansätze

Mechanismen für die Wirkung des Metakontrast sind sowohl aus physiologischer als auch aus psychologischer Hinsicht vorgeschlagen worden.

Von Alpern sind bereits 1953 photochemische Prozesse auf der Retina als Wirkungsgrundlage für Metakontrast vorgeschlagen worden. Dies stellt eine frühe, im Sinne von Turvey (1973) **periphere** Maskierung dar. Inhibition in neuronalen Netzen, die für die Kodierung von Helligkeit verantwortlich sind, hält Weissstein (1968) für entscheidend. Auch Mayzner, Tresselt und Helfer (1967) spekulieren über laterale Inhibition in Netzwerken für die Kodierung von Konturen. In diese Richtung gehen auch eine neuere Arbeit von Francis (1997).

Der Grundgedanke dabei ist, dass der erste Reize dadurch, dass der zweite mit einer entsprechenden zeitlichen Verzögerung und eng benachbarten Konturen folgt, nicht als eigenständiger *Objektkandidat* für die Wahrnehmung aufgebaut werden kann. Die Bildung einer eigenen Kontur wird als grundlegend für weitere Verarbeitungsprozesse gesehen, die den Reiz mit Textur und Farbe auffüllen. Dabei ist interessant, dass in diesen Arbeiten die Annahmen der frühen Ansätze zum Metakontrast (Werner, 1935) über die Rolle der Integration bzw. Löschung von Konturen wieder auftauchen und weiterentwickelt werden.

Arbeiten von Breitmeyer und Mitarbeitern (1976, 1984) postulieren eine entscheidende Rolle verschiedener visueller Verarbeitungs Kanäle (parvo-, magnozellulär) mit unterschiedlichen Charakteristiken und Geschwindigkeiten für die spezielle Maskierwirkung im Metakontrast.

Eine empirische Möglichkeit zur Überprüfung der angesprochenen Metakontrast - Erklärung von Breitmeyer stellt die Verwendung farbiger Reize dar, von denen bekannt ist, dass sie unterschiedlich von den postulierten Kanälen verarbeitet werden (Breitmeyer & Williams, 1990; Williams, Breitmeyer, Lovegrove & Guitierrez, 1991).

Interessanterweise sind hierbei Asymmetrien zwischen roten und grünen Reizen gefunden worden (Breitmeyer, May & Heller, 1991). Es konnte etwa gezeigt werden, dass die Maskierwirkung bei verschieden gefärbten Hintergründen deutlich unterschiedlich war.

Bridgeman (1978, 1980, 1986) kritisiert diesen Ansatz auf verschiedenen Ebenen. Zunächst greift er die Datenbasis, die zum größten Teil auf einer Arbeit von Fiorentino und Maffei (1970) beruht, an.

In einer eigenen Arbeit von 1988 unterzieht Bridgeman elektrophysiologische Daten der Autoren Jeffreys und Musselwhite (1986) einer näheren Analyse. Der Grundgedanke dieser Arbeit war es, Anzeichen der Reizverarbeitung im Metakontrast-Paradigma im visuell evozierten Potential (VEP) zu finden. Außerdem sollte durch eine präzise Platzierung von Elektroden eine Unterscheidung zwischen den Aktivierungen im gestreiften und nichtgestreiften Cortex möglich werden. Dabei zeigten sich in der Originalarbeit jedoch eher negative Befunde.

Dabei machen die Autoren laut Bridgeman (1988) jedoch den Fehler, sich nur die frühen Komponenten ihrer Potentiale anzusehen. Viele ältere psychophysiologische Arbeiten zeigen

seiner Meinung nach den Einfluß gerade späterer Verarbeitungsstufen auf die Reizverarbeitung im Metakontrast - Paradigma. Daher geht Bridgeman (1988) davon aus, dass man auch bei der Untersuchung elektrophysiologischer Daten nach diesen späteren Komponenten suchen sollte. Bridgeman (1988) reanalysiert die Daten aufgrund dieser Annahmen und definiert dabei die Amplitude des durchschnittlichen VEP (in Mikrovolt) als abhängige Variable. Dabei sieht er sich besonders den Zeitraum 250 ms nach dem Erscheinen des Zielreizes genauer an. Dieser ist seiner Meinung nach kritisch, da er hier bereits in eigenen Untersuchungen (Bridgeman, 1978, 1980) in Einzelzellableitungen Effekte gefunden hatte. Für Untersuchung 2 der Arbeit von Jeffreys und Musselwhite (1986) zeigt sich in der Reanalyse der Daten die typische U-förmige Metakontrast-Funktion, wenn man die Amplitude des VEP über dem SOA abträgt.

Bridgeman (1988) schließt seine Analyse mit der Annahme, dass metakontrastbezogene Potentiale sehr wohl im auch im gestreiften Cortex gefunden werden können, wenn man dabei nur im richtigen Zeitbereich sucht. Es zeigt sich eine Konsistenz mit seinen eigenen Einzelzellableitungen, die in Bezug auf die zeitlichen Charakteristiken ein ähnliches Bild liefern. Bridgeman (1988) versucht die Daten durch sein „**lateral inhibitory model**“ zu erklären. Dieses postuliert, dass die frühe evozierte Aktivität im visuellen Cortex durch maskierte Reize im Metakontrast nur für die Entdeckung von Reizen ausreichend ist, nicht jedoch für deren Identifikation. Hier sieht Bridgeman einen Widerspruch zu den Annahmen von Breitmeyer & Ganz (1976) und Breitmeyer (1984), die die Hemmung der Aktivität von spezifischen Zelltypen und -pfaden als entscheidend für die Wirkung des Metakontrast ansehen. Eine inhärente Annahme ist hier die Latenz der Effekte, denn Breitmeyer & Ganz (1976) gehen von einer Wirkung im Bereich von etwa 100 ms aus. Diesen Ansätzen widerspricht Bridgeman entschieden. Dabei skizziert er gleichzeitig ein Modell, in dem Metakontrast nicht durch lokale Interaktionen im gestreiften Cortex erklärt wird, sondern eher durch die rückwirkende Einflüsse späterer Verarbeitungsebenen („**reentrant processes**“) auf die Aktivität im gestreiften Cortex. Diese Effekte spielen sich in einem anderen Zeitbereich ab als die von Breitmeyer (1984) angesprochenen Prozesse.

Andere Autoren (Schiller, 1969), nahmen keine perzeptuelle, sondern eine kognitive Grundlage für die Wirkung des Metakontrast an. Die verschiedenen Erklärungsansätze werden in einer Arbeit von Neumann & Klotz (1994) als

„... journey through the visual system, from the retina all the way to attentional and higher cognitive processes.“

beschrieben. In einer kognitiv-psychologischen Erklärung der Effekte geht man von einer Dissoziation zwischen den Mechanismen der Handlungssteuerung auf der einen und der Funktion des Bewusstseins auf der anderen Seite aus (Neumann & Klotz, 1994; Vorberg, Mattler, Heinecke, Schmidt & Schwarzbach, in Vorb.).

Dieser Ansatz begründet sich auf die Theorie der direkten Parameterspezifikation (DPS) von Neumann (1989).

In dieser Theorie macht Neumann an einer Fülle von Beispielen klar, dass die Funktion unseres Bewusstseins nicht in der Steuerung unmittelbar ablaufender Handlungen bestehen kann, da allein die zeitlichen Charakteristiken des Bewusstseins nicht ausreichend für die Steuerungsfunktion sind. Dies korrespondiert mit den Arbeiten von Libet (1965, 1979) zu zeitlichen Charakteristiken des Bewusstseins. Dieser konnte beindruckend zeigen, dass Stimuli eine bestimmte Zeit (sog. neuronale Adäquatheit) benötigen, ehe sie bewusst repräsentiert werden können.

Diese Zeit ist z.T. wesentlich länger als bestimmte motorische Reaktionen, bei denen man demzufolge davon ausgehen muss, dass sie nicht auf der Grundlage einer bewussten Reizrepräsentation ablaufen können. Alternativ schlägt Neumann (1989) vor, dass man zwischen der mentalen Repräsentation eines Stimulus und seiner Funktion für die Handlungssteuerung unterscheiden muss. Während erstere an bestimmte minimale Grenzbedingungen (etwa zeitlicher Natur) gebunden ist, kann letztere relativ unabhängig von diesen, vor allem im Rahmen bestimmter schneller Handlungen ablaufen.

Dabei ist entscheidend, dass die entsprechenden Handlungen weitestgehend vorgeplant bzw. vorspezifiziert sind. Wenn dies der Fall ist, kann ein Stimulus eine Reaktion auslösen auch ohne bewusst repräsentiert zu sein. Der ideale Fall stellt ein festes Reiz-Reaktions-Schema dar, in dem ein Stimulus eine immer gleiche Reaktion bedeutet. In einer Arbeit von Neumann & Klotz (1994) wurden die Vorhersagen der DPS im Rahmen des Metakontrast-Paradigmas getestet.

4.1. Die Experimente von Neumann & Klotz (1994)

Das Ziel der Arbeit von Neumann & Klotz (1994) war es zum einen zu zeigen, dass effektiv maskierte (unbewusste) Reize einen Einfluss auf motorische Reaktionen bezüglich deutlich sichtbarer nachfolgender Stimuli ausüben.

Darüberhinaus sollten die Grenzen dieser Effekte im Rahmen des beschriebenen Modells der direkten Parameterspezifikation aufgezeigt werden. Die Reize (siehe Abb. 4) sind dabei so konstruiert, dass alle möglichen primes durch die verschiedenen Masken nach dem beschriebenen Metakontrast-Prinzip maskiert werden können.

In diesen (und den im folgenden dargestellten) Versuchen stellt die Maske in einem Teil der Durchgänge (indirekter Test) gleichzeitig auch den Zielreiz dar, auf den die Vpn reagieren müssen. In einem anderen Teil der Durchgänge ist wiederum der prime der Zielreiz (direkter Test).

Aufgrund dieser Tatsache (und um eine sprachliche Verwirrung zu vermeiden) werden beide Reize in Anlehnung an ihre Funktion im Versuch stets als prime und Maske bezeichnet.²

Die direkte Reaktion auf den prime wird als Maß für die Bewusstwerdung dieses Reizes betrachtet, während sein Einfluss auf die Verarbeitung der Maske als Maß für seine indirekte Wirkung dient. In diesem Sinne folgen die Autoren dem beschriebenen Dissoziationsansatz. Nur einer der Versuche von Neumann & Klotz (1994) soll hier genauer dargestellt werden.

In Experiment 2 ihres Artikels sollten die Versuchspersonen zunächst eine Wahlreaktion (linke / rechte Taste) auf die Maske ausführen. Die Reize aus Versuch 1 und 2 von Neumann & Klotz (1994) sind in der Abb. 4 dargestellt.

Erscheinen die horizontalen Balken (siehe Abb. 4) auf der rechten Seite, sollte die rechte Taste, erscheinen sie auf der linken Seite, die linke Taste betätigt werden. Dabei zeigten auch die vorher präsentierten primes entweder die linke, rechte oder keine Antwortseite an (ihnen ging ein cue voraus, der aber keine theoretische Relevanz besitzt).

Die primes wurden für insgesamt 14 ms gezeigt. Das SOA zwischen den Reizen betrug 42 ms. Die Maske wurde für 126 ms dargeboten. In 50% der Fälle war der prime neutral (keine Antwortseite).

In den restlichen 50% indizierte der prime zur Hälfte eine kongruente Reaktion zur Maske und zur anderen Hälfte eine inkongruente Reaktion. Kongruent bedeutet, der prime zeigte die gleiche Antwortseite wie die Maske, inkongruent bedeutet, er zeigte eine andere Antwortseite als die Maske an.

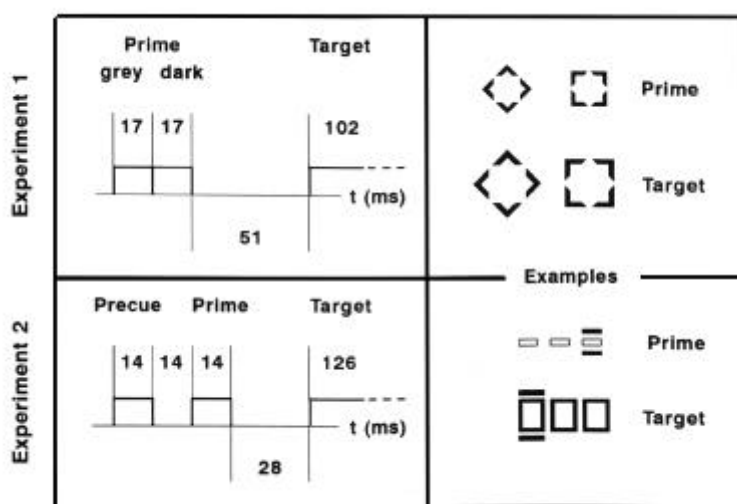


Abb 4: Stimuli von Neumann und Klotz (1994) – Versuch I und II

² Dies soll auch in den weiteren Versuchen so gehandhabt werden

Im zweiten Teil des Versuchs sollten die Probanden auf einer 5-Punkte - Skala ihre Sicherheit (Konfidenz) darüber angeben, ob der prime neutral war oder nicht. Die Probanden wußten, wie der prime aussehen konnte, bekamen jedoch kein Feedback über die Richtigkeit ihrer Reaktionen.

Diese Reaktion ist im Sinne von Reingold & Merikle (1988) direkt zu nennen, da sie unmittelbar auf den kritischen Reiz abzielt. Nach Analyse von Neumann & Klotz (1994) im Sinne der Signalentdeckungstheorie zeigten sich in dieser Aufgabe d' -Werte, die nicht bedeutsam von 0 abwichen. Dies bedeutet, dass die Probanden nicht überzufällig angeben konnten, ob der prime neutral war oder nicht.

In den Reaktionszeiten auf die Maske wurden allerdings dennoch bedeutsame Unterschiede zwischen den verschiedenen Kongruenz-Beziehungen von prime und Maske deutlich. Abb. 5 stellt die Daten der Versuche 1 und 2 dar. Die Latenzen waren in Versuch 2 generell schneller, zeigen jedoch ein nahezu identisches Muster wie in der ersten Untersuchung.

Die Reaktionen der Vpn waren unter kongruenten Bedingungen schneller und in inkongruenten Bedingungen langsamer als in den neutralen Durchgängen. Es fanden sich also systematische priming-Effekte, obwohl die Vpn nicht bewusst zwischen den verschiedenen primes unterscheiden konnten. Diese Befunde wurden von Neumann & Klotz (1994) im Sinne der Theorie der direkten Parameterspezifikation (Neumann, 1989) gedeutet. Die naheliegende anatomische Lokalisation der priming-Effekte im motorischen Cortex wurde mittlerweile in einer Arbeit von Leuthold & Kopp (1998) unter Verwendung sehr ähnlicher Reize durch die Ableitung ereigniskorrelierter Potentiale bestätigt.

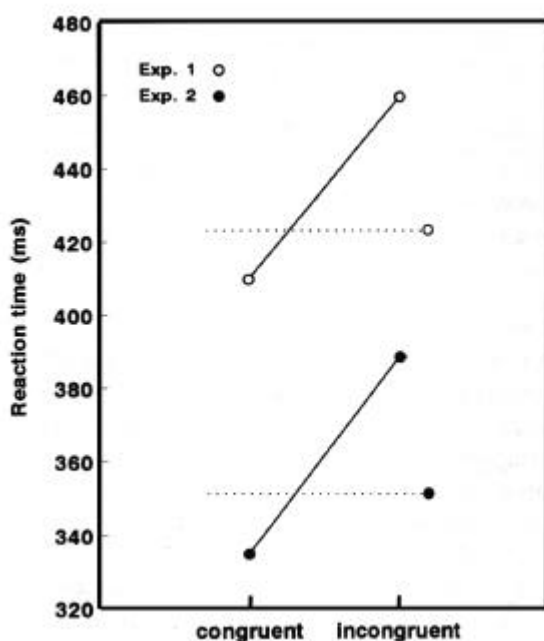


Abb. 5: Latenzen der Versuche I und II von Neumann & Klotz (1994)

In weiteren Versuchen aus dem geschilderten Artikel zeigten die Autoren, dass priming-Effekte auch bei einer umgekehrten Reiz-Reaktions - Zuordnung vorliegen können. Dieser Befund deutet darauf hin, dass der Effekt nicht allein auf die Übereinstimmung sensorischer Reizmerkmale zurückzuführen ist.

4.2. Modelle unterschiedlicher Verarbeitungspfade

Eine mögliche Erklärung der Befunde von Neumann & Klotz (1994) im Dissoziationsparadigma kann durch Modelle unterschiedlicher Verarbeitungspfade (Ungerleider & Mishkin, 1982; Milner & Goodale, 1995) im visuellen Cortex geleistet werden. Diese stellen eine mögliche physiologische Basis für die gefundene Dissoziation zwischen den verschiedenen Aufgaben dar.

Dabei steht die Annahme paralleler Verarbeitungspfade, die unterschiedliche Arten visueller Informationen verarbeiten, im Hintergrund. Ungerleider & Mishkin (1982) schlugen als erste die Unterteilung in einen **dorsalen** und einen **ventralen** Verarbeitungspfad vor. Beide Pfade entspringen dem okzipitalen Cortex, verlaufen aber im weiteren über unterschiedliche Stationen. Der ventrale Strom projiziert zum inferotemporalen Cortex, während der dorsale Strom über den posterior-parietalen Cortex zum frontalen Cortex verläuft (Baizer, Ungerleider & Desimone, 1991). Ungerleider & Mishkin (1982) nahmen zunächst an, dass der ventrale Pfad zu einem „WAS“ - System gehört, welches primär die Identität von Objekten kodiert, während der dorsale Pfad als Teil eines „WO“ - Systems die Position von Objekten im Raum kodiert.

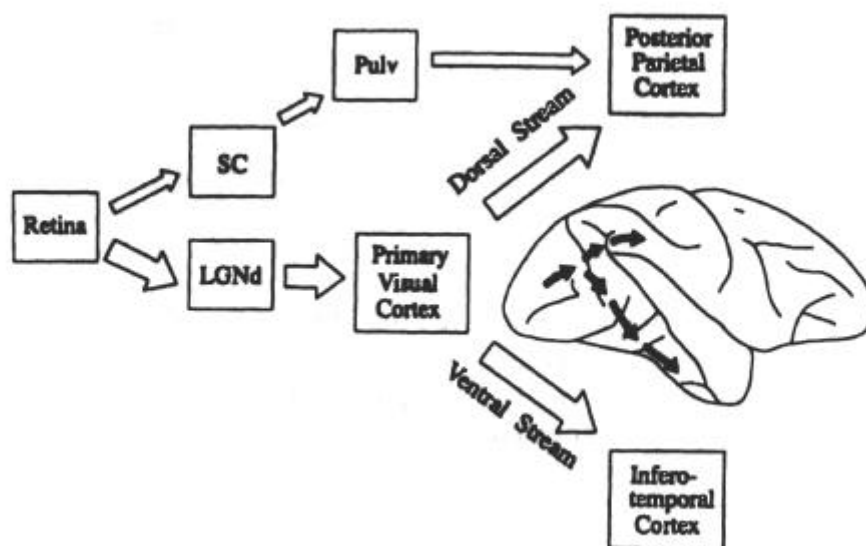


Abb. 6: Modell der getrennten Verarbeitungspfade nach Milner & Goodale (1995)

Milner & Goodale (1995) griffen diesen Ansatz auf und reinterpretierten die Annahmen. In Abb. 6 ist ihr Modell dargestellt. Basierend auf Daten aus Einzelzellableitungen und neuropsychologischen Befunden nahmen sie an, dass der dorsale Pfad hauptsächlich der visuomotorischen Koordination dient. Sie zeigen den Fall einer Patientin (DF), bei der trotz einer Agnosie für visuelle Objektinformation dennoch eine funktionierende visuelle Kontrolle von bestimmten Bewegungen vorliegt. Wenn DF die Orientierung eines drehbaren Schlitzes beschreiben soll, scheitert sie. Wenn sie jedoch gebeten wird, ein Objekt in diesen Schlitz einzuführen, kann sie die Aufgabe durchaus leisten. Im Falle des Metakontrast könnte man annehmen, dass durch die Maskierung spezifisch die Objekterkennung im ventralen Pfad beeinträchtigt wird, während die motorische Aktivierung über den dorsalen Pfad weiterhin funktioniert. Naiv interpretiert hieße dies, dass eine unbewusste Aktivierung stets über den dorsalen Pfad verläuft, während Informationen, die in eine bewusste Repräsentation münden sollen, den ventralen Pfad passiert.

Das Modell von Milner & Goodale (1995) passt allerdings nur bedingt als Erklärung für die Befunde von Neumann & Klotz (1994). Die Verarbeitung im dorsalen Strom beinhaltet nur die Größe und Orientierung von Objekten, während die Erkennung von Formeigenschaften im ventralen Pfad vor sich geht (Carey, Harvey & Milner, 1996). Der Effekt der primes im beschriebenen Paradigma geht allerdings speziell auf Forminformation zurück. Zudem liegen Befunde vor, die eine unbewusste Verarbeitung von **semantischer** Information im beschriebenen Paradigma zeigen (Ansorge, 1998; Vorberg, pers. Mitteilung). Dies würde sich nicht durch die Beteiligung eines Systems erklären lassen, dessen Hauptaufgabe in der Kontrolle von Greif- und sonstigen Bewegungen besteht.

Unabhängig von dieser Debatte wurde die zeitliche Dynamik der Maskierung im Metakontrast, wie bereits beschrieben, in verschiedenen Studien intensiv untersucht. Erstaunlicherweise wurden allerdings nie die zeitlichen Charakteristiken der priming-Effekte analysiert. Wie ändern sich diese bei einer Variation des SOA zwischen prime und Maske? In einer Reihe von Versuchen (Vorberg, Mattler, Heinecke, Schmidt & Schwarzbach; in Vorb.) wurde diese bislang offene Frage systematisch untersucht.

4.3. Die Versuche von Vorberg et al.

Die zeitliche Dynamik der priming-Effekte im Metakontrast-Paradigma wurde – im Gegensatz zum zeitlichen Verhalten der Maskierung – in keiner der bisherigen Arbeiten analysiert. Aus diesem Grund wurde von Vorberg et al. in einer Reihe von Experimenten nicht nur die Wirkung der Kongruenz zwischen prime und Maske, sondern auch der Einfluß einer SOA-Variation zwischen diesen Stimuli auf den priming-Effekt untersucht.

Dabei präsentierten Vorberg et al. ihren Probanden sowohl als primes als auch als Masken Pfeile, die nach links oder rechts zeigen konnten. Die Masken wurden so konstruiert, dass alle möglichen primes genau in einen Innenausschnitt der Reize hineinpassten. Gemäß dem Dissoziationsparadigma wurden wie bei Neumann & Klotz (1994) sowohl direkte als auch indirekte Maße erhoben. Als direkte Maße dienten sowohl Entdeckungs- als auch Diskriminationsraten in Bezug auf den prime, als indirekte Antworten die Reaktionen auf die Zeigerichtung der Maske. Abb. 7 zeigt die Stimuli und ihre Kongruenzbeziehungen.

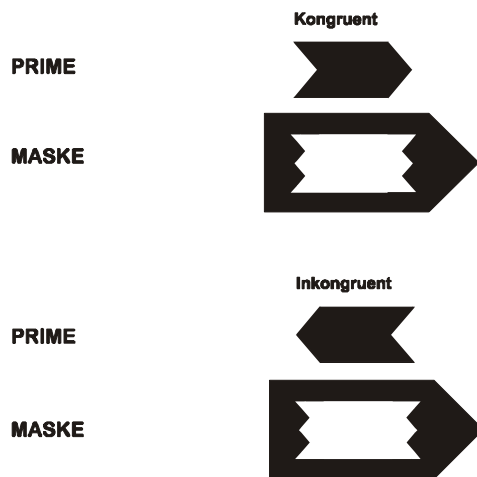


Abb. 7: primes und Masken aus dem Versuch von Vorberg et al.

Es lassen sich kongruente und inkongruente Beziehungen zwischen prime und Maske definieren. Eine kongruente Beziehung liegt vor, wenn beide Reize in dieselbe Richtung zeigen, während sie bei Inkongruenz in verschiedene Richtungen zeigen.

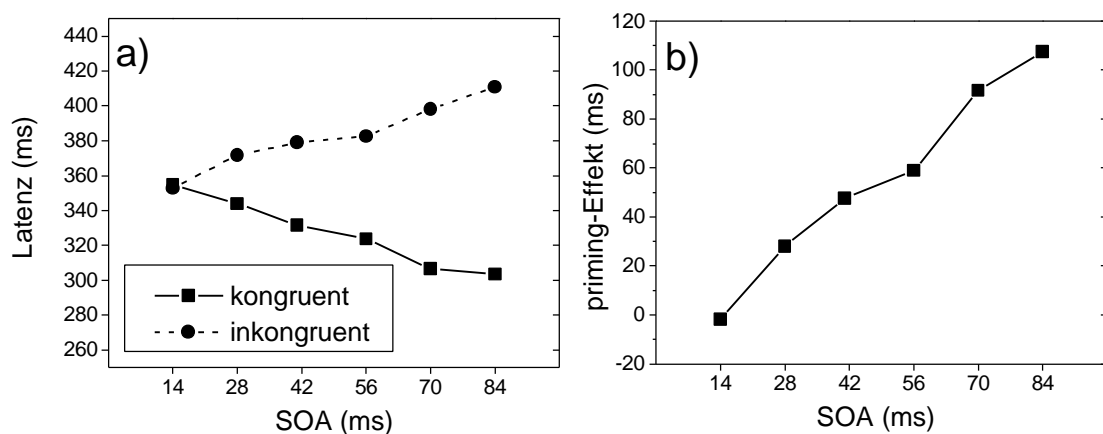


Abb. 8: Absolute Latenzen und priming-Funktion aus Versuch I von Vorberg et al.

Die Reize erschienen, um die Maskierungswirkung zu erhöhen, nicht vorhersagbar ober- oder unterhalb eines zentralen Fixationskreuzes. In einem ersten Versuch wurden die primes für 14 ms und die Masken für 140 ms präsentiert. Abb. 8 a) stellt die Latenzen der kongruenten und inkongruenten Durchgänge dar. Die Latenzen verringern sich in den kongruenten und vergrößern sich in den inkongruenten Bedingungen mit dem SOA. Wenn man die Differenz zwischen den beiden Bedingungen bildet, (Abb. 8 b) ergibt sich eine Gerade, die linear mit dem SOA ansteigt. Diese priming-Funktion hat in Versuch 1 eine Steigung von 1,5. In der Diskriminationsaufgabe, die als eine von mehreren Aufgaben zur Untersuchung der Maskierungswirkung durchgeführt wurde, konnten die Vpn die Zeigerichtung der primes nicht überzufällig angeben. Diese Daten wurden im Sinne der Signalentdeckungstheorie ausgewertet. Das d' der Vpn war dabei nicht bedeutsam von Null verschieden.

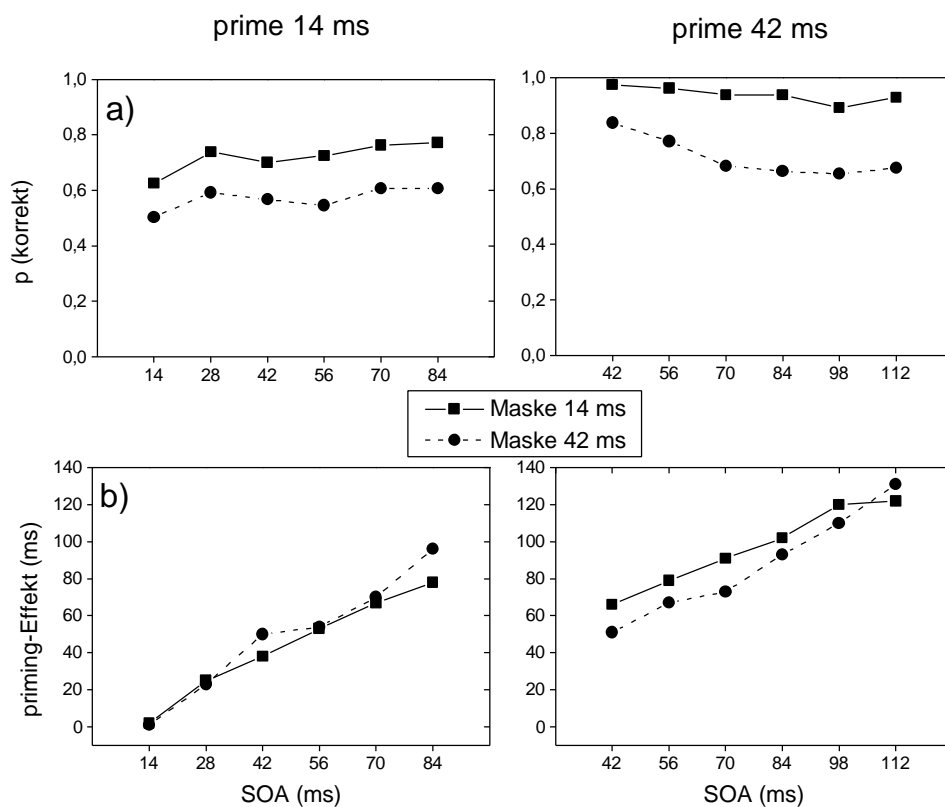


Abb. 9: Diskriminationsraten und priming-Funktionen aus Versuch 2 von Vorberg et al. (Erklärung siehe Text)

Auch die Fehlerraten entsprechen dem Muster der Latenzen. In den kongruenten Fällen verändern sich die (niedrigen) Fehlerraten über das SOA nicht bedeutsam, während sie im inkongruenten Fall in gravierender Weise mit dem SOA ansteigen. In Versuch II der Studie von Vorberg et al. wurden die Präsentationszeiten von prime und Maske systematisch variiert. Dabei konnten sowohl prime als auch Maske für entweder 14 oder 42 ms erscheinen. Beide Präsentationszeiten wurden orthogonal kombiniert. Abbildung 9 zeigt die Daten aus Versuch 2 von Vorberg et al.. Dabei zeigt die obere Zeile (a) die Diskriminationsleistung und die untere Zeile (b) die priming-Effekte. Die linke Spalte der Abbildung zeigt die Effekte der für 14 ms dargebotenen primes, während auf der rechten Seite die Effekte der für 42 ms präsentierten primes abgebildet sind.

In Untersuchung II zeigt sich eine deutliche Veränderung der Maskierungsfunktionen mit der prime-Dauer. Im Falle der kurzen prime-Dauer (a) steigt die Klassifikationsleistung unter beiden Maskendauern mit dem SOA an (Typ A - Funktion). Bei einer Verlängerung der prime-Dauer auf 42 ms zeigt sich unter den beiden Maskendauern eine deutlich veränderte Funktion, die mit dem SOA zunächst absinkt (Typ B). Im Gegensatz dazu ändern sich die priming-Funktionen, die in der unteren Zeile der Abb. 9 dargestellt sind, nicht wesentlich in Abhängigkeit von der Dauer von prime und Maske. Die Steigung der priming-Funktionen sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tab. 1 Steigungen aus Versuch II von Vorberg et al.

prime 14 ms		prime 42 ms	
Maske 14 ms	Maske 42 ms	Maske 14 ms	Maske 42 ms
0.957	1.10	0.857	0.943

Dieser Befund wird von Vorberg et al. dahingehend gedeutet, dass die motorischen Aktivierungseffekte, die sich als priming zeigen, völlig unabhängig davon sind, ob der prime den Probanden bewusst geworden ist oder nicht. Er stößt nach dieser Ansicht einen Verarbeitungsprozeß an, der in immer gleicher gesetzmäßiger Weise abläuft.

Diese Annahme ist mit dem kurz angesprochenen Modell der direkten Parameterspezifikation voll kompatibel. Sobald ein bestimmter Aufgabenkontext realisiert ist, in dem bestimmten Reizmerkmalen Antworten zugeordnet sind, kann sich eine Reiz-Reaktions - Kopplung bilden, in der eine Antwort soweit vorspezifiziert wird, dass wenige Parameter eines Stimulus ausreichen, um eine Reaktion auszulösen.

Die Annahmen von Vorberg et al. gehen aber noch deutlich über die Annahmen der DPS hinaus, denn sie versuchen, die gesetzmäßige Beziehung zwischen dem SOA und der Größe des priming-Effekts im Rahmen eines „Akkumulator“-Modells zu erklären. Damit versuchen sie im Rahmen der DPS auftretende Effekte in genau quantifizierbarer Weise zu erklären bzw. vorherzusagen. Dieses Modell ist an geeigneter Stelle nachzulesen (Vorberg et al., eingereicht).

5.1. Grundlegende offene Fragen

Während sich in früheren Auseinandersetzungen über das Thema unbewusste Reizverarbeitung zumindest zwei deutlich gegensätzliche Lager abzeichneten, nämlich die Verfechter unbewusster Einflüsse auf der einen und deren Kritiker auf der anderen Seite, scheint sich in den letzten Jahren, unterstützt durch eine Reihe gut gestalteter Experimente und deren positive Befunde, eine Konvergenz der Diskussion abzuzeichnen. Die aktuelle Forschung in diesem Bereich sollte sich also weniger mit Existenzbeweisen für den Prozess der unbewussten Wahrnehmung als vielmehr mit weitergehenden Fragen beschäftigen, die das Ausmaß und die Funktionsweise dieser Effekte betreffen.

5.2. Eigene Fragestellung

Die im folgenden dargestellten eigenen Versuche sollen die bisher geschilderten methodischen Grundlagen ebenso widerspiegeln wie die inhaltlichen und theoretischen Ansätze, die von den verschiedenen Autoren in die Diskussion eingebracht worden sind.

Dabei sollen auf der einen Seite bereits bekannte methodische Fehler möglichst vermieden werden und auf der anderen Seite neue inhaltliche Kenntnisse erreicht werden. Die Arbeit stützt sich dabei empirisch in direkter Weise auf die Versuche von Vorberg et al.. Dabei soll die methodische Exaktheit des Vorgehens als auch die in verschiedenen Experimenten gewonnene stabile Datenbasis genutzt werden. Dieser Vorteil wiegt den durch die Beschränkung auf dieses Paradigma möglicherweise entstehenden Nachteil der mangelnden Generalisierbarkeit auf.

5.2.1 Priming – Veränderungen der Funktion

Der erste Schwerpunkt der Arbeit wird durch die Untersuchung der priming-Effekte im Rahmen des Modells von Vorberg et al. charakterisiert. Hauptsächlich ist dabei von Interesse, inwieweit die beschriebene Form der priming-Funktion verändert wird, wenn verschiedene Variationen des Paradigmas vorgenommen werden. Diese Variationen beziehen sich zum einen auf die Art der verwendeten Reize (Experiment I) und zum anderen auf deren relevante Antwortmerkmale (Versuch III und IV). Versuch I stellt hauptsächlich eine Replikation der Arbeit von Vorberg et al. unter leicht veränderten Bedingungen dar, die zudem die

Unabhängigkeit der Effekte von der Bewusstheit der Reize bekräftigen soll. In den Versuchen II und III sollen die Einflüsse spezifischer Manipulationen der selektiven visuellen Aufmerksamkeit untersucht werden. Versuch IV beschäftigt sich schliesslich mit der Frage der Wirkebene der priming-Effekte und einer möglichen impliziten Bindung verschiedener prime-Merkmale.

Die hier angesprochenen Fragen sind dabei nicht nur modelltheoretisch wichtig, sondern auch in Bezug auf ein mögliches anatomisches Korrelat der priming-Effekte relevant. Dieses könnte sich prinzipiell auf einem Kontinuum von Möglichkeiten erstrecken, das sich zwischen der Aktivierung spezifischer Merkmale (etwa der nach links oder rechts weisenden Winkel bei den verwendeten Pfeilstimuli) im frühen visuellen Cortex (V1) und der motorischen Voraktivierung einer bestimmten Antwort (im motorischen Cortex) erstreckt. Den priming-Effekten könnte also im einen Extrem **merkmalsspezifische Aktivierung** und im anderen Extrem relativ unspezifische Antwortaktivierung zugrundeliegen. Bisherige Arbeiten konnten nur unklare Aussagen über die Wirkebene der priming-Effekte treffen. Es ist aber durchaus möglich, durch bestimmte experimentelle Manipulationen diese Fragen näher eingrenzen bzw. Teilantworten zu geben. Dabei muss die genaue Lokalisation der Effekte natürlich neueren bildgebenden Verfahren, wie der Positronenemissionstomographie (PET) oder der funktionellen Kernspintomographie (fMRI) überlassen bleiben. Dennoch müssen auch diese methodisch aufwendigen Verfahren auf ein experimentelles Paradigma zurückgreifen, welches diese Fragen beantwortbar macht.

Die Einflüsse, die etwa selektive visuelle Aufmerksamkeit durch spezifische „Filter“, also etwa die Beachtung eines spezifischen Ortes oder Merkmals auf den priming-Effekt hat, können weiteren Aufschluss über die Grundlagen des priming-Effekts geben. Es wäre bspw. möglich, dass dieser durch räumliche Aufmerksamkeit, aber nicht durch die Beachtung spezifischer (nicht-räumlicher) Merkmale beeinflusst werden kann. Dies würde die Annahme einer Sonderrolle des Merkmals „Ort“, die von der Merkmals-Integrations-Theorie postuliert wird (Treisman, 1998) unterstützen.

5.2.2 Maskierung - Die Methodik der Messung

Ein kritischer Punkt in der Betrachtung der Erforschung zur unbewussten Wahrnehmung stellt oftmals die verwendete Methodik der Messung dar. Dies soll in dieser Arbeit aufgegriffen werden. Dabei soll auf den Ansatz von Reingold und Merikle (1988), die den Einsatz verschiedener Maße zur Messung der Diskriminationsleistung der Probanden empfehlen, eingegangen werden. Die von den selben Autoren geschilderte Kritik am Dissoziationsparadigma (Merikle & Reingold, 1990; 1998) wurde bereits in einer Arbeit von Klotz & Neumann (1999) aufgenommen, soll aber hier in anderer Weise angegangen werden.

Diese Kritik ist dann nicht mehr zulässig, wenn man eine Dissoziation auf der Ebene von **Funktionen**, und nicht bloß einzelnen Datenpunkten nachweisen kann. Wenn man also findet, dass sich etwa die Maskierungsfunktion durch eine spezifische experimentelle Manipulation (bspw. die Variation der Präsentationszeiten) deutlich ändert, die priming-Funktion aber unter allen Bedingungen nahezu identisch bleiben, ist dies eine Dissoziation, die nicht durch den Hinweis auf unterschiedliche Metriken der verwendeten Maße oder ungleiche Bedingungen des Vorgehens wegerklärt werden kann. Der beschriebene Befund aus der Arbeit von Vorberg et al. spricht für die Unabhängigkeit der priming-Funktion von der Bewusstheit der Reize und macht eine weitere methodische Diskussion darüber, wann genau man die Dissoziation zwischen der Wahrnehmbarkeit von Reizen und ihre Wirkung auf Handlungen anerkennt, überflüssig

Dies wurde bereits deutlich in der Arbeit von Vorberg et al. demonstriert und soll im Rahmen der vorliegenden Arbeit (Experiment I) repliziert werden. Generell soll in dieser Arbeit dem klassischen Dissoziationsparadigma gefolgt werden. Dabei sollen in zwei Versuchen (III und IV) nach Empfehlung von Merikle und Reingold (1988) mehrere Maße zur Messung der Klassifikationsleistung der Probanden verwendet werden. Dies hat zum einen den Vorteil, dass evtl. unterschiedliche Aspekte der Performanz der Probanden sichtbar werden können und zum anderen auch im Sinne der Autoren Lachter und Durgin (1999) die Komplexität der Antwort variiert werden kann. Lachter und Durgin (1999) nehmen an, dass dieses Detail einen Einfluss auf die gemessene Diskriminationsleistung hat. Dabei werden primes mit mehreren Merkmalen präsentiert, so dass in der Messung der Maskierung die Möglichkeit besteht, die Vpn entweder auf ein einziges Merkmal der primes reagieren zu lassen oder aber eine vollständige Identifikation der Reize zu verlangen. Hier wird zunächst erwartet, dass die Vpn in den weniger komplexen Antworten bessere Resultate erzielen als in den komplexeren, da sie wahrscheinlich in den letzteren eher langsamer und „bewusster“ antworten. Der unbewusste Anteil an den letztgenannten sollte nach der obigen Logik geringer ausfallen. Die geschilderten Effekte sind natürlich unter Umständen auch vom generellen Niveau der Maskierung abhängig. Zusammengefasst stellen sich die Fragen dieser Arbeit wie folgt dar:

I. Lässt sich die Dissoziation zwischen den Maskierungs- und priming-Funktionen aus der

Arbeit von Vorberg et al. mit veränderter Präsentation demonstrieren? Finden sich vergleichbare priming-Funktionen bei deutlich unterschiedlicher Maskierungswirkung?

Es werden in Analogie zum Versuch von Vorberg et al. weitgehend übereinstimmende priming-Funktionen bei deutlich unterscheidbaren Maskierungsfunktionen erwartet.

➔ Diese Frage wird in Experiment 1 untersucht.

II. Ortsspezifität der priming-Effekte. Inwieweit verändern sich die Effekte, wenn prime

und Maske an unterschiedlichen Positionen erscheinen?

Die Variation des Ortes zwischen prime und Maske ändert die priming-Funktion nicht qualitativ.

III. Beeinflussung der priming-Funktion durch **selektive räumliche Aufmerksamkeit**.

Wie verändern sich die Effekte, wenn der prime nicht nur an einer anderen Position als die Maske, sondern an einer nicht beachteten Position erscheint?

Die Selektion eines bestimmten Ortes durch räumliche Aufmerksamkeit nivelliert den priming-Effekt am nicht beachteten Ort.

→ Die Fragen II und III werden im Rahmen von Experiment 2 untersucht.

IV. Wie können die priming-Effekte durch die Verwendung **spezifischer Antwortfilter**

beeinflusst werden? Wirkt ein Merkmal im prime nur, wenn dieses Merkmal auch innerhalb der Maske beachtet wird?

Jedes Merkmal, das in Bezug auf die Maske antwortrelevant ist, übt auch einen priming-Effekt aus. Die spezifische Beachtung einzelner relevanter Merkmale führt zu einer Nivellierung des priming-Effekts der anderen vorhandenen Merkmale, auch wenn diese potentiell antwortrelevant sind.

→ Diese Frage wird in Experiment 3 untersucht.

V. Ist der priming-Effekt merkmalspezifisch, oder wirkt er über verschiedene Merkmale hinweg?

Es wird auch bei einer Nichtübereinstimmung der relevanten Merkmale von prime und Maske ein priming-Effekt erwartet (solange der Aufgabenkontext im Sinne der DPS aufrechterhalten wird).

VI. Wie verändert die Integration mehrerer antwortrelevanter Merkmale in einem prime die priming-Effekte?

Es wird ein größerer priming-Effekt beim Zusammenwirken mehrerer antwortrelevanter Merkmale im prime als beim Vorliegen einzelner Merkmalen erwartet. Die genaue Form dieses Zusammenwirkens könnte additiv oder nicht-additiv sein.

→ Die Fragen III und IV werden in Experiment 4 untersucht.

Durch die Untersuchung dieser Fragen soll der priming-Effekt systematisch auf seine Charakteristiken und Grenzen hin untersucht werden. Dabei ist letztlich die Aussagekraft der Kombination der Befunde relevant.

6.1. Experiment I

Im Versuch I wird zunächst eine Replikation der Befunde von Vorberg et al. mit leicht veränderter Präsentation angestrebt. Eine weitere Variation dieses Versuches besteht darin, den Vpn durch einen cue vor jedem Durchgang die Kongruenz der Relation zwischen prime und Maske zu 100% valide anzuzeigen. Damit soll die Möglichkeit einer bewussten Einflussnahme auf den priming-Effekt untersucht werden. Dieser Ansatz ist im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht von besonderem Interesse und soll daher im weiteren nicht spezifisch dargestellt werden.

Die im Gegensatz zu Vorberg et al. veränderte Präsentation bezieht sich neben den leicht veränderten Zeiten vor allem auf die Variation der Effektivität der Maske. Bei Vorberg et. al fanden sich bei deutlich unterschiedlicher Maskierwirkung nahezu identische priming-Funktionen.

Wenn sich Unterschiede auf der Ebene von Funktionen, nicht bloß einzelnen Datenpunkten, finden lassen, greift etwa das Argument, dass die Messung der direkten und indirekten Effekte von primes auf verschiedenen Messskalen beruht und daher nicht vergleichbar ist (Merikle & Reingold, 1998), nicht mehr. Im Gegensatz zu Vorberg et al soll jedoch die Effizienz der Maskierwirkung nicht durch die Variation der Präsentationszeiten von prime und Maske, sondern durch die Veränderung der Maske selbst erreicht werden.

6.2. Methode

6.2.1. Aufgabe

Die Versuchspersonen führen zwei Aufgaben durch. Beide werden in verschiedenen Teilen jeder Sitzung in der Reihenfolge A – B durchgeführt. In **Aufgabe A** sollen sie so schnell wie möglich die Zeigerichtung der Maske (rechts oder links) angeben, in **Aufgabe B** so genau wie möglich die Zeigerichtung des primes. Ein cue gibt den Vpn deutlich vor Erscheinen des primes die Kongruenz des folgenden Durchgangs an. Dieser cue besteht aus der Farbänderung eines zentralen Fixationsquadrates, die mit drei verschiedenen inter-stimulus-interval (ISI)-Abstufungen zum prime erfolgen kann. Diese erfolgt in zwei Dritteln aller Durchgänge. In einem Drittel der Durchgänge bleibt der Cue schwarz, der Proband bekommt also keine Vorinformation. Diese Durchgänge dienen der als Kontrollbedingung. Die Maske ist in der Hälfte aller Durchgänge nicht effektiv. Die Vpn führen mit dieser Maske die gleichen Aufgaben durch wie im Falle der effektiven Masken (Teil A und Teil B).

6.2.2. Versuchsplan

Insgesamt werden 5 unabhängige Variablen variiert. Diese sind **SOA** (17, 34, 51, 68 und 85 ms), **Kongruenz** der Reize (kongruent oder inkongruent), **Art des Cues** (valide oder neutral), **ISI** zwischen cue und prime (1000, 500 oder 350 ms) und **Art der Maske** (effektiv oder ineffektiv).

6.2.3. Versuchspersonen

Es nehmen insgesamt 6 Probanden (4 weiblich, 2 männlich) am Versuch teil. Ihr Alter liegt zwischen 19 und 42 Jahren (Mittelwert 29.2, Standardabweichung 8.8). [Kürzel = AN, TS, NR, AE, ES, NE]. Sie erhalten sechs Versuchspersonenstunden zur Vergütung ihrer Teilnahme. Alle Probanden sind farbtüchtig und haben normale oder korrigierte Sehfähigkeit. Sie werden am Ende vollständig über den Zweck und Hintergrund des Versuchs aufgeklärt.

6.2.4. Material

Als Masken dienten die Stimuli aus den Versuchen von Vorberg et al.. Die Masken sind $4,837^\circ$ breit und $1,586^\circ$ hoch. Als antwortrelevante primes dienten Pfeile ($2,467^\circ$ breit, $0,970^\circ$ hoch). Die Reize werden $4,837^\circ$ Sehwinkel entfernt vom zentralen Fixationsquadrat präsentiert. Darüber hinaus wird eine ineffektive Maske verwendet. Diese besteht aus einer mehrfachen Umrisslinie, die entstehen würde, wenn man den Umriss der Maske in verschiedenen Abständen umfahren würde ($7,017^\circ$ breit, $2,291^\circ$ hoch). Abb. 10 zeigt die verwendeten Masken im Vergleich.

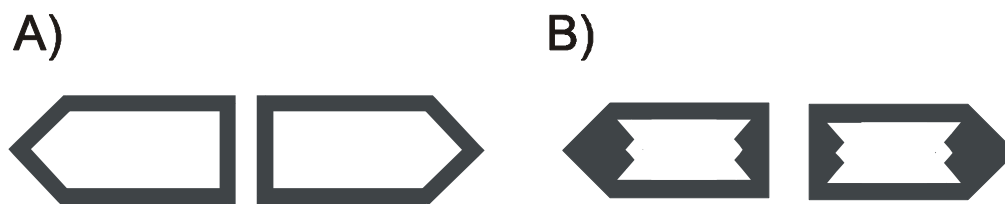


Abb. 10: A) Ineffektive und B) Effektive Masken

6.2.5. Geräte

Die Reize werden auf einem 386-er Computer (33 MHZ) erstellt und auf einem 15-Zoll – Monitor (60 Hz) präsentiert. Das Versuchsprogramm wird mit der Experimentalsoftware MEL („micro experimental laboratory“ - Schneider, 1988) erstellt und gesteuert. Die Versuchspersonen reagieren über die Tasten einer Standardtastatur. Die Tasten (Y = links) und (- = rechts), die in der zweituntersten Zeile der Standardtastatur liegen, werden für die Reaktion auf die Maske und auf den prime bereitgestellt.

6.2.6. Instruktion

Die Vpn werden in zwei separaten Teilen mündlich instruiert. Zunächst erhalten sie die Instruktion für die Reaktion auf die Maske (Aufgabe A). Dabei wird besonderer Wert auf die Schnelligkeit der Antwort gelegt. Die Fehlerzahl soll dabei dennoch ein bestimmtes Niveau (5% der Durchgänge eines Blocks) nicht überschreiten. Die Versuchspersonen werden darauf hingewiesen, dass die Farbe des cues in 100% der Fälle die Kongruenz der nachfolgenden Reize anzeigt, dass sie sich also vollständig auf diesen verlassen können.

Die Vpn starten mit einem Übungsblock für effektive und anschliessend einem Übungsblock für ineffektive Masken. Pro Block werden 40 Durchgänge bearbeitet. Es folgen 5 Blöcke mit effektiver Maske. Danach schliessen sich 5 Blöcke mit der ineffektiven Maske an. Jede Vpn führt insgesamt sechs Sitzungen durch, von denen die erste als Übung nicht in die Auswertung eingeht.

Bei einer falschen Reaktion im Teil A erhält die Vp eine Fehlerrückmeldung (Ton), am Ende des Blocks eine visuelle Rückmeldung über die gesamte Fehlerzahl und die durchschnittliche Reaktionszeit. Im folgenden Teil B ist die Reizpräsentation und Abfolge der Blöcke identisch, nur soll die Vp diesmal die Antwortseite der primes klassifizieren.

Während der Bearbeitung des Teils B erhält die Vp eine akustische Rückmeldung über die Richtigkeit ihrer Reaktion, am Ende des Blocks wird ihr die Fehlerzahl visuell rückgemeldet. Im folgenden Abschnitt werden die Daten, aufgeteilt nach den verschiedenen Aufgaben, dargestellt.

6.3. Ergebnisse

6.3.1. Absolute Latenzen

Es werden nur die Latenzen korrekter Antworten ausgewertet. Diese werden ausserdem nach folgendem Verfahren getrimmt. Zunächst werden alle Latenzen, die schneller als 100 und langsamer als 1500 ms sind, entfernt. In den übrigen Reaktionszeiten werden die drei schnellsten und die vier langsamsten Latenzen jeder Bedingungskombination (Zelle des Designs) entfernt. Dieses Vorgehen gilt für alle Latenzdaten der nachfolgend beschriebenen Experimente in gleicher Weise.

Es werden zunächst die absoluten Reaktionszeiten dargestellt um den Effekt der cue-Validität sowohl in positiver als auch negativer Richtung abschätzen zu können. In der Abbildung 12 sind die Unterschiede zwischen den kongruenten und inkongruenten Durchgängen abgebildet, unterteilt nach der Valenz des Cues. Es wird deutlich, dass die Latenzen unter den verschiedenen cue-Bedingungen nahezu identisch sind. In den beiden Bedingungen ergibt sich die schon aus der Arbeit von Vorberg et al. bekannte Vergrößerung des Kongruenzeffekts mit dem SOA.

Wenn man die absoluten Latenzen analysiert, ergeben sich folgende Effekte. Der Effekt der Kongruenz ist bedeutsam [$F(1,5) = 144,49$; $p = 0,0001$], ebenso der Effekt des SOA [$F(4,20) = 32,47$; $p < 0,0001$]. Der Unterschied zwischen den cue-Typen wird dagegen nicht signifikant [$F(1,5)=1,08$; $p = 0,3469$], ebenso wie der Effekt des ISI zwischen cue und prime [$F(2,10) = 1,05$; $p = 0,3861$]. Der Effekt des ISI wird deswegen nicht weiter dargestellt.

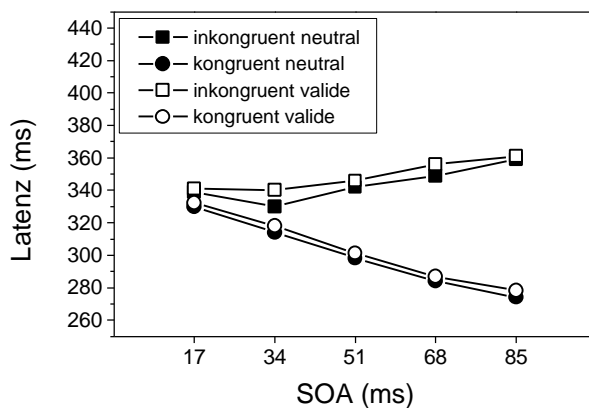


Abb. 12: Absolute Latenzen, unterteilt nach Kongruenz und Cuevalidität

Auch die Interaktion der Variablen erreicht keine Bedeutsamkeit [$F(2,10) = 0,68$; $p = 0,5296$]. Die Unterschiede zwischen den Maskentypen, die in Abb. 12 nicht dargestellt sind, werden dagegen signifikant [$F(1,5) = 9,65$; $p = 0,0266$]. Keiner der anderen Haupteffekte wird bedeutsam. Die Interaktion zwischen dem Maskentyp und dem SOA ist signifikant [$F(4,20) = 6,39$; $p = 0,0018$]. Auch die Interaktion zwischen dem ISI cue-prime und dem SOA prime-Maske ist bedeutsam [$F(8,49) = 2,92$; $p = 0,0116$]. Ebenso werden die Interaktionen zwischen Maskentyp und Kongruenz [$F(1,5) = 71,77$; $p = 0,0004$], ISI cue-prime und Kongruenz [$F(2,10) = 7,49$; $p = 0,0103$] und SOA und Kongruenz [$F(4,20) = 196,67$; $p < 0,0001$] bedeutsam.

6.3.2. priming

Abb. 13 stellt die priming-Effekte als Differenz zwischen den inkongruenten und kongruenten Reaktionszeiten dar.

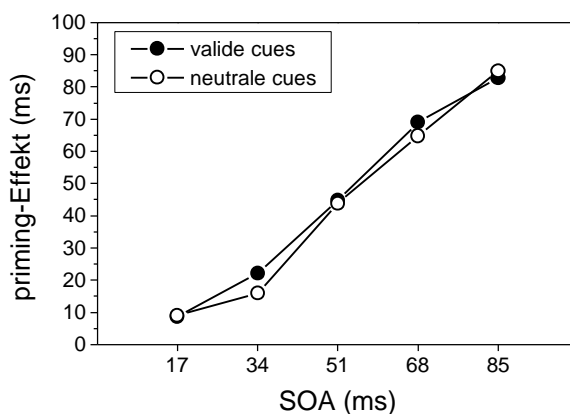


Abb 13: priming-Funktionen für die verschiedenen cue-Validitäten

Zunächst wird deutlich, dass die Effekte einer linearen Funktion über das SOA folgen, die den Daten von Vorberg et al. sehr ähnlich ist. Die Steigung beträgt im Falle der neutralen cues 1.18 und im Fall der validen cues 1.15. Der Effekt des SOA wird mit $[F(4,20) = 196,67; p < 0,0001]$ bedeutsam.

Bei der Auswertung der priming-Effekte finden sich keine Effekte der cue-Art $[F(1,5) = 1.381; p = 0.293]$, des ISI zwischen cue und prime $[F(2,10) = 0.442; p = 0.667]$ und auch keine Interaktion der beiden Variablen $[F(2,10) = 2.782; p = 0.109]$. Auch zwischen cue-Art und SOA findet sich keine signifikante Interaktion $[F(4,20) = 1,14; p = 0,3665]$.

Eine Hauptfrage des Versuchs beschäftigt sich mit den Unterschieden der Wirkung verschieden gut sichtbarer primes. Abb. 14 stellt die priming-Effekte unter den verschiedenen Maskentypen dar. Es wird deutlich, dass die Funktionen trotz leichter Unterschiede einen sehr ähnlichen Verlauf zeigen. Die Steigung ist im Fall effektiven Maske gleich 1.11 und im Fall der ineffektiven Maske gleich 1.21. Die priming-Effekte sind im Falle der ineffektiven Masken zwar größer $[F(1,5) = 71.772; p = 0.0004]$, es ergibt sich allerdings keine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren Maskentyp und SOA $[F(4,20) = 1.316; p = 0.2978]$.

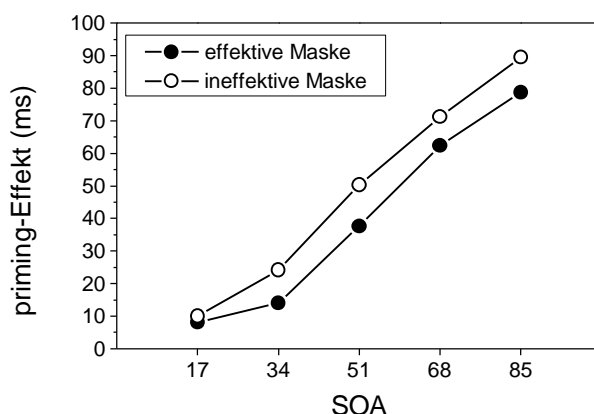


Abb. 14: priming, getrennt nach Maskentypen

6.3.3. Fehler

Abb. 15 stellt die Fehlerdaten für kongruente und inkongruente Bedingungen dar. Es wird deutlich, dass wie in den Versuch von Vorberg et al. deutliche Effekte der Kongruenz auch für die Fehlerarten vorhanden sind. In der inkongruenten Bedingung steigen die Fehlerarten mit dem SOA an, während sie sich in der kongruenten Bedingung nicht mit dem SOA verändert.

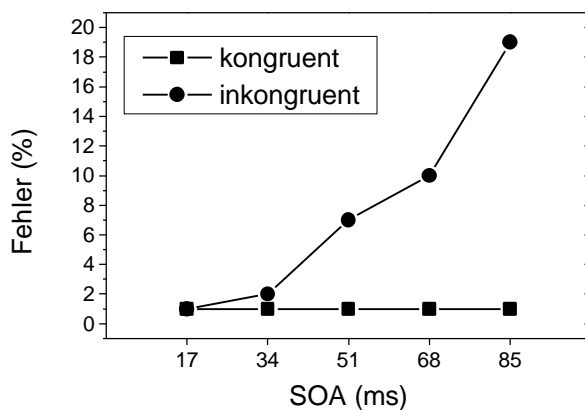


Abb. 15: Fehlerdaten, getrennt nach Kongruenz zwischen prime und Maske

Auch die Fehlerdaten werden getrennt nach der Validität des Cues analysiert.

Diese Daten sind in Abb. 16 dargestellt.

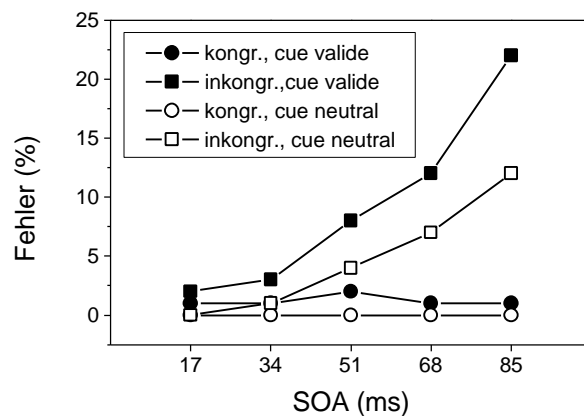


Abb. 16: Fehlerdaten, getrennt nach Kongruenz und Cue-Validität

Es wird deutlich, dass die Fehlerrate im Falle der validen cues nicht etwa geringer, sondern sogar größer ist. Dies ist besonders deutlich für die inkongruente Fälle. Hier liegt die Fehlerrate in den validen Bedingungen z.T. um bis zu 10% über den neutralen Fällen.

6.3.4. Maskierung

Die Klassifikationsleistung der Vpn, die in vielen Arbeiten nur als Rate korrekter Antworten angegeben wird, wird im Folgenden stets als d' -Maß im Sinne der Signalentdeckungstheorie (Macmillan & Creelman, 1991) ausgewertet werden.

Das Maß d' stellt die reine Klassifikationsleistung der Vpn dar und kann unabhängig von evtl. Antworttendenzen (bias-Effekten) betrachtet werden. Die Daten werden zudem zum besseren Verständnis als Rate korrekter Antworten (Prozent korrekt) in tabellarischer Form im Anhang wiedergegeben. Bei perfekter Maskierung sollte man ein d' nahe Null erwarten, dieses entspricht einer Nullsensitivität der Beobachter.

Für die d' -Analyse werden die Daten (für jedes der berichteten Experimente) zunächst jeweils so detailliert wie möglich nach den Versuchsbedingungen aufgeteilt. Im Fall des vorliegenden Versuchs geschieht dies etwa nach Maskentyp (effektiv / ineffektiv), Maske (rechts / links), SOA (17-85 ms) und cue-prime ISI (350, 500, 1000 ms). Im Anschluss wird die Anzahl der korrekten Antworten, bezogen auf eine Zeigerichtung des primes, ermittelt. Tabelle 2 stellt das auf dem Versuch angepasste Auswertungsschema der Signalentdeckungstheorie (MacMillan&Creelman, 1991) dar.

Tab. 2 : Auswertungsschema der Signalentdeckungstheorie

Reiz \ Antwort	Links	Rechts
Links	„Korrekte Zurückweisung“	„Falscher Alarm“
Rechts	„Verpasser“	„Treffer“

In den Klassifikationsreaktionen aller Versuche wird stets die Zeigerichtung RECHTS als „Trefferseite“ verwendet. Es wird also die Anzahl der rechten Tastendrucke, wenn auch ein nach rechts weisender prime vorhanden war, ausgezählt (*Treffer*). Ebenso wird die Anzahl rechter Tastendrucke bei Vorhandensein eines nach links weisenden primes berechnet (*Falsche Alarme*). Nach Ermittlung der jeweiligen absoluten Häufigkeiten ermittelt man die Proportionen von Treffern und falschen Alarmen:

$$P(\text{Treffer}) = \frac{\text{rechte Taste}}{\text{primes (rechts)}}$$

$$P(\text{Falsche Alarme}) = \frac{\text{rechte Taste}}{\text{primes (links)}}$$

Die erhaltenen Daten werden z-transformiert und ergeben nach der folgenden Formel den d' -Wert (Macmillan & Creelman, 1991)

$$d' = Z_{\text{Hit}} - Z_{\text{FA}}$$

In den vorgestellten Versuchen, in denen der Antwortmodus so verkompliziert wird, dass eine einfache Signalentdeckungsanalyse im obigen Sinne nicht mehr angebracht ist, wird das jeweils verwendete Auswertungsverfahren kurz erläutert.

Die mittlere Klassifikationsleistung der Probanden ist in der Abb. 17 dargestellt.

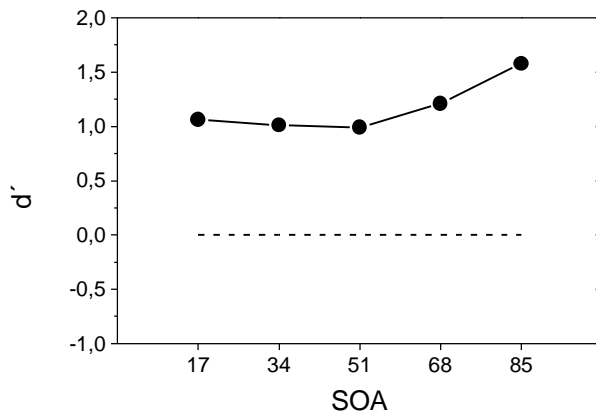


Abb. 17: Mittlere Klassifikationsleistung

Die Klassifikationsleistung steigt zwar nicht sofort mit dem SOA an, zeigt allerdings auch keinen typischen Typ-B Verlauf. Der Effekt des SOA wird mit $[F(4,20) = 3,184; p = 0,0354]$ bedeutsam. Bei neutralen cues findet sich eine verbesserte Klassifikationsleistung $[F(2,10) = 16,78; p = 0,0006]$. Bei mittleren ISI zwischen cue und prime findet sich die beste Klassifikationsleistung $[F(2,10) = 13,826; p = 0,0013]$. Die bereits dargestellten priming-Effekte sind für die verschiedenen Maskentypen nicht bedeutsam unterschiedlich. Es stellt sich die Frage, wie effektiv die primes unter den verschiedenen Maskierungsbedingungen klassifiziert werden konnten. Abb. 18 stellt die Klassifikationsleistung der Vpn getrennt nach den verschiedenen Masken dar.

Dabei werden zwei wesentliche Einflüsse der Maskenart auf die Maskierung deutlich. Unter Verwendung ineffizienter Masken steigert sich die Leistung der Vpn erheblich, ausserdem ändert sich auch die Form der Maskierungsfunktion.

Bei den ineffektiven Masken liegt eine Form der Typ B-Maskierung, bei den effektiven Masken eher Typ A-Maskierung (Breitmeyer, 1984) vor. Dies erklärt die in Abb. 17 dargestellte eher untypische gemittelte Maskierungsfunktion.

Der Unterschied zwischen den Masken wird $[F(1,5) = 56,820; p = 0,0007]$ hochsignifikant. Die Interaktion zwischen Maskentyp und SOA wird ebenfalls signifikant $[F(4,20) = 3,490; p = 0,0257]$. Keiner der anderen Faktoren oder Interaktionen wird signifikant.

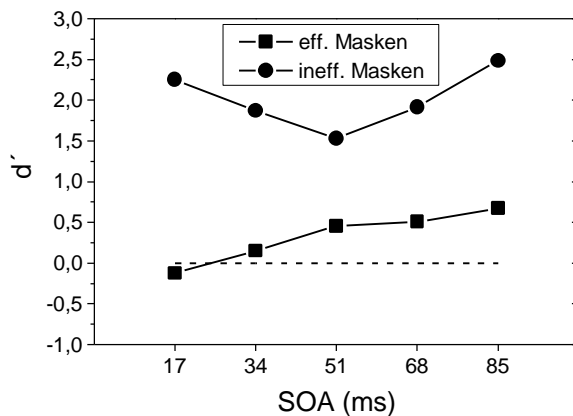


Abb. 18: Klassifikationsleistung, getrennt nach Maskentypen.

6.4. Diskussion

6.4.1. Unterschiede zwischen den Masken

Es finden sich gravierende Unterschiede in der Maskierungswirkung zwischen den verwendeten Masken, die nicht nur darin bestehen, dass die ineffektiven Masken deutlich schlechter maskieren, sondern zudem eine andere zeitliche Dynamik der Maskierung zeigen. Während man bei Verwendung effektiver Masken eher eine Typ-A - Funktion beobachten kann, findet sich für ineffektive Masken die klassische Typ-B - Funktion.

Dies korrespondiert zum zweiten Versuch der Studie von Vorberg et al., in der die Maskierung durch eine Variation der Zeitdauer von prime und Maske effektiv beeinflusst werden konnte. Dort wie auch im vorliegenden Versuch ist die priming-Funktion unter den verschiedensten Maskierungsbedingungen weitgehend (vor allem im Verlauf) vergleichbar. Dies deutet darauf hin, dass die priming-Effekte nicht von der Bewusstheit der Reize abhängig sind. Für unbewusste wie bewusste primes gelten anscheinend dieselben Gesetzmäßigkeiten.

Diese Replikation der Arbeit von Vorberg et al. ist zudem eine Demonstration der Stabilität des verwendeten Paradigmas. Mit leicht unterschiedlichen Reizen und geänderter Präsentationsdauer konnten sehr vergleichbare priming-Funktionen demonstriert werden.

Der Befund einer Dissoziation auf der Ebene von Funktionen weist zudem eine mögliche Kritik an der mangelnden Vergleichbarkeit der Daten, wie sie etwa von Merikle & Reingold (1998) gemacht wurde, zurück.

6.4.2. Einflüsse des cues

Unter den hier verwendeten zeitlichen Verhältnissen kann eine Information über die Kongruenz von prime und Maske nicht dazu genutzt werden, den priming-Effekt effektiv zu beeinflussen. Dabei könnte man zunächst behaupten, dass die Reaktion auf die Maske ohnehin so schnell erfolgt, dass eine zusätzliche Nutzung des Cues nicht notwendig wird. Zudem könnte bei einer derart einfachen Reaktion die Motivation fehlen, den cue zu verwenden.

Dagegen sprechen allerdings die zum Teil hohen Fehlerraten in der inkongruenten Bedingung. Bei einer möglichen Ausnutzung des Cues sollte man davon ausgehen, dass diese hohen Fehlerraten deutlich verringerbar sein sollten. Die mangelnde Nutzung des cues lässt nun mindestens zwei Hypothesen, die sich allerdings nicht unbedingt gegenseitig ausschliessen, zu:

(a) Im untersuchten Paradigma kann nur ein spezifischer Einfluss, der sich etwa auf ein spezielles Merkmal der verwendeten Reize bezieht, zur Modulation der priming-Effekte verwendet werden. Die Information über die Kongruenz der Reize ist zu unspezifisch, um effektiv ausgenutzt werden zu können.

(b) Die Vp ist bei der Reaktion auf die Maske zeitlich bereits optimal eingestellt und der prime fällt gerade noch in dieses „Zeitfenster“ hinein. Der Einfluss, der hier möglicherweise durch den cue angestoßen werden könnte, kann aber nur im Rahmen eines größeren zeitlichen Kontextes wirksam werden.

Zudem muss zwischen einer möglichen Wahrnehmbarkeit eines Reizes und der Möglichkeit, ihn adäquat in eine Handlung einzubauen, unterschieden werden. Der hier vorliegende Zeitrahmen etwa könnte für die Wahrnehmbarkeit des primes reichen, aber nicht, um die Antwort auf den nächsten Reiz entsprechend zu beeinflussen. Selbst wenn man deutlich einen nach links weisenden Pfeil wahrgenommen hat, muss diese Information kognitiv repräsentiert werden und von der Bedeutung her analysiert werden, ehe sie schließlich in eine Aktivierung der rechten Antwortseite münden kann. Diese Prozesse gehen sicherlich zeitlich weit über eine weitgehend automatische Aktivierung einer Antwortseite durch einen prime hinaus.

Die Vergrößerung des Zeitfensters birgt allerdings spezifische Probleme in sich, da bei einer Vergrößerung des SOA zwischen prime und Maske die Maskierwirkung der Maske deutlich nachlässt. Nur mit einer spezifischen Methodik lässt sich dies dekonfundieren und systematisch untersuchen.

Dabei wird die Maskierung durch einen zusätzlich eingeführten Reiz erreicht, der dem prime mit entsprechendem SOA folgt und selbst keine Antwort spezifiziert. Erst nach diesen schliesst sich der eigentliche Zielreiz an.

In diesem „Drei-Reiz - Paradigma“ lässt sich der dritte Reiz beliebig verzögern, ohne dass gleichzeitig eine Verschlechterung der Maskierung des primes eintritt. Im Rahmen dieses Paradigmas werden gegenwärtig Daten gesammelt (Vorberg - persönliche Mitteilung), die nicht weiter Gegenstand dieser Arbeit sein sollen.

Im Gegensatz dazu ist die Frage nach spezifischen Einflüssen selektiver visueller Aufmerksamkeit auf die Verarbeitung des primes von Interesse. Hinweise darauf, ob und wie der prime durch verschiedene Aufmerksamkeitsprozesse beeinflusst werden kann, stellen wichtige Informationen für die Einschätzung der Charakteristiken und Grenzen der prime-Wirkung dar. Dies soll im Rahmen der nächsten Versuche getestet werden.

7.1. Experiment II

Versuch I hat gezeigt, dass die priming-Funktion nicht von der Effektivität der Masken abhängt und auch nicht durch einen Hinweisreiz beeinflusst wird. Im zweiten Versuch soll die Wirkung selektiver räumlicher Aufmerksamkeit auf die priming-Funktion untersucht werden. Hat die Konzentration auf eine bestimmte Position zur Folge, dass primes, die nicht an dieser Position erscheinen, ihre Wirkung verlieren? Damit verknüpft ist die Frage nach der generellen Ortsabhängigkeit der priming-Effekte. Finden sich die beschriebenen priming-Funktionen nur bei der Übereinstimmung des Erscheinungsortes von prime und Maske?

Unter Umständen genügt allein die Variation des Erscheinungsortes, unabhängig von der Aufmerksamkeitsverteilung, für eine Modulation des Effektes. Aus diesem Grund werden in Versuch II beide Manipulationen separat vorgenommen. Theoretisch von Interesse ist die reine Ortsvariation etwa durch die Sonderrolle, die für den Erscheinungsort durch die Merkmalsintegrationstheorie (Treisman, 1998, Treisman & Gelade 1980) postuliert wurde. Andere Autoren sehen in der Ortsspezifität sogar ein spezifisches Charakteristikum bestimmter unbewusster priming-Effekte (Bar & Biederman, 1999). Aus diesen Gründen ist zum einen die Betrachtung der Wirkung selektiver räumlicher Aufmerksamkeit und zum anderen die Analyse der Ortsspezifität der Effekte von großer Bedeutung.

7.2. Methode

7.2.1. Aufgaben

Die Vpn bearbeiten wieder zwei Aufgaben (A und B). In Aufgabe **A** sollen sie möglichst schnell und fehlerfrei auf die Maske reagieren, in Aufgabe **B** ohne Zeitdruck möglichst korrekt auf den prime. Die Aufgaben werden in verschiedenen Sequenzen bearbeitet, die sich in jeder Sitzung abwechseln.

Aufgabe A

Die Vpn soll stets zwei von vier gleichzeitig erscheinenden Masken beachten, während sie die anderen Reize beiden unbeachtet lassen sollen. Diese erscheinen in einer kreuzförmigen Anordnung (siehe Abb. 19 b)). Die Reize an der oberen und unteren Position sollen dabei beachtet, die Reize an der linken und rechten Position ignoriert werden. Die mögliche Störwirkung der Distraktoren links und rechts wird variiert, um die Beachtung der Positionen oben und unten zu motivieren. Die Vpn sollen so schnell und genau wie möglich die Zeigerichtung eines oben oder unten erscheinenden Pfeiles angeben. Es erscheint jeweils nur ein antwortrelevanter Reiz in der Vertikalen, der andere ist ein neutraler Distraktor in Form eines Rechtecks. Einer der in der horizontalen erscheinenden Reize kann ein kongruenter oder inkongruenter (wie in Abb. 19 b)) Distraktor sein.

Die Position des antwortrelevanten Stimulus (oben oder unten) variiert dabei zufällig. In Abb. 19 ist der Fall eines oben erscheinenden primes (a) und einer ebenfalls oben erscheinenden Maske (b) dargestellt.

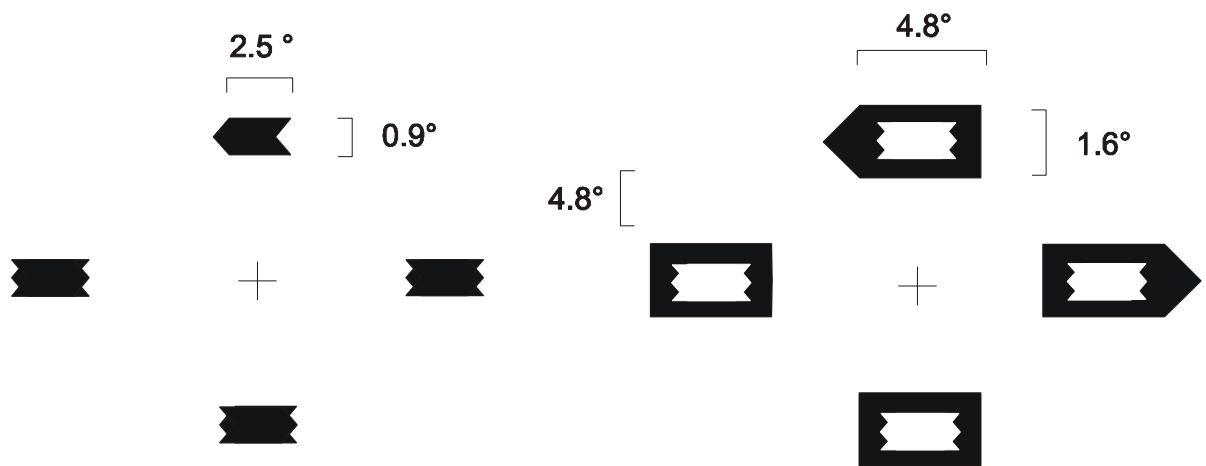


Abb. 19: a) primes und b) Masken aus Versuch II

Aufgabe B

In Aufgabe B soll die Vpn auf die vor den Masken erscheinenden primes reagieren. Es erscheinen – analog zu den Masken – vier primes. Auch hier soll die Vpn nur die obere und untere Position beachten.

Nur einer der primes in der ist relevant, die anderen sind antwortneutral, d.h. zeigen durch ihre Form keine Antwortrichtung an (siehe die Positionen links, rechts und unten in Abbildung 19 a). Die neutralen primes werden im folgenden als Polygone bezeichnet. Als Masken werden ausschließlich neutrale Reize (Rechtecke) verwendet, um den Einfluss einer möglichen *konzeptuellen Maskierung* durch die Antwortrichtung der Maske zu vermeiden.

Die Position des primes (oben oder unten) variiert zufällig. Die Vpn sollen die Zeigerichtung des relevanten primes ohne Zeitdruck und so genau wie möglich durch einem Tastendruck angeben. Die Vpn verwenden zur Antwort dieselben Tasten wie in Aufgabe A.

Die relevanten primes können – im Gegensatz zu Aufgabe A – niemals auf der linken oder rechten Position erscheinen. Durch die Einschränkung auf nur zwei – von vier möglichen Positionen des primes in Aufgabe A – soll den Vpn die Klassifikationsaufgabe leichter gemacht werden. Man geht davon aus, dass bei einer nur zufälligen Klassifikationsleistung der primes auf den beachteten Positionen auch die primes auf den unbeachteten Positionen nicht überzufällig klassifiziert werden können. Diese Messung ist in Bezug auf die Positionen rechts und links **konservativ** und reduziert zudem die Anzahl der nötigen Durchgänge.

7.2.2. Versuchsplan

Es werden die vier unabhängigen Variablen Positionskonsistenz (4 Stufen), Distraktorart (2 Stufen), Kongruenz (2 Stufen) und SOA (4 Stufen) orthogonal kombiniert. Dadurch ergeben sich insgesamt 64 Bedingungskombinationen.

Unabhängige Variablen

Die wichtigste Variable des Versuchs stellt die **Positionskonsistenz**, also die Variation zwischen den Orten von prime und Maske dar. Diese Variable ist vierfach gestuft.

1. prime und Maske erscheinen am gleichen Ort, **2.** prime und Maske erscheinen an verschiedenen Orten innerhalb der Vertikalen, **3.** Der prime erscheint an der linken irrelevanten Position, **4.** Der prime erscheint an der rechten irrelevanten Position.

Zudem wird die **Distraktorart**, also die Art des Störreizes variiert. Der Distraktor ist entweder kongruent (er zeigt in die gleiche Richtung wie der Zielreiz) oder inkongruent (er zeigt in eine andere Richtung als der Zielreiz). Natürlich wird wie in Experiment I die Kongruenz zwischen prime und Maske variiert. Prime und Maske zeigen entweder in die gleiche Richtung (kongruent) oder in verschiedene Richtungen (inkongruent). Das SOA zwischen prime und Maske wird in vier Schritten von je 17 ms zwischen (1) 17 und (4) 68 ms variiert.

7.2.3. Versuchspersonen

Es werden 6 größtenteils studentische Vpn im Alter zwischen 20 und 41 Jahren untersucht (Mittelwert 28.3 Jahre, Standardabweichung 9.9 Jahre). [Kürzel = SB, NP, AR, EL, TR, NE]. Fünf davon sind weiblich, eine männlich. Alle Vpn besitzen entweder normale oder korrigierte Sehschärfe. Ihre Entlohnung erfolgt durch Versuchspersonenstunden. Eine der Vpn (NE) hat auch an Versuch I teilgenommen.

7.2.4. Material

Als Reize dienen die bereits beschriebene Masken und primes. Die Reize wurden $4,837^\circ$ Sehwinkel entfernt (horizontal / vertikal) vom zentralen Fixationspunkt präsentiert.

7.2.5. Geräte

Es werden die bereits in Versuch I beschriebenen Geräte verwendet.

7.2.6. Instruktion

Die Vpn werden mündlich und für beide Versuchsteile separat instruiert. Die Instruktion für **Versuchsteil A** legt Wert auf Schnelligkeit und Genauigkeit der Reaktion (auf die Maske). Die Vpn werden besonders auf die Relevanz der oberen und unteren Position des Displays verwiesen. Die Fehlerzahl sollte ein von vom Programm angezeigtes Niveau (5% der Durchgänge eines Blocks) dabei nicht überschreiten. Nach der Instruktion wird eine kurze Demoversion des Versuchsteils gezeigt (10 Durchgänge).

Die Instruktion des **Teils B** weist die Vpn darauf hin, dass weniger die Latenz als vielmehr die Genauigkeit der Antwort entscheidend ist. Wieder die vertikale Achse hervorgehoben und ausserdem darauf hingewiesen, **beide** Positionen innerhalb der Vertikalen gleichermaßen zu beachten.

Das akustische Feedback wird als Möglichkeit zur Verbesserung der Antwortgenauigkeit hervorgehoben. Auch hier wird vor dem Beginn der Aufgabe ein Demoblock (10 Durchgänge) gezeigt. Die primes werden hier im Gegensatz zu den experimentellen Durchgängen deutlich sichtbar präsentiert (prime - Dauer 68 ms). So werden mögliche Missverständnisse in dieser Aufgabe möglichst minimiert.

7.2.7. Durchführung

Jede der sechs Vpn bearbeitet sechs Sitzungen, von denen die erste als Übung nicht mit in die Auswertung eingeht. Ihre Entfernung zum Monitor (65 cm) wird mit einer Kinnstütze kontrolliert. In jeder Sitzung bearbeiten die Vpn beide Versuchsteile (A und B) im Wechsel. Zunächst werden 16 Blöcke in der Aufgabe A und anschließend 8 Blöcke in der Aufgabe B bearbeitet. Jedem der Versuchsteile ist ein Übungsblock vorgeschaltet. Jeder Block enthält 40 Durchgänge. Ein einzelner Durchgang läuft in beiden Aufgaben, A und B folgendermaßen ab: Zunächst wird ein Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirms für 500 (Millisekunden) ms präsentiert. Diesem folgen für 17 ms die vier primes. Nach einem variablem SOA zwischen 17 und 68 ms folgen die Masken, die bis zur Reaktion der Vpn auf dem Bildschirm bleiben. Abb. 20 stellt den Aufbau einer Sitzung schematisch dar.

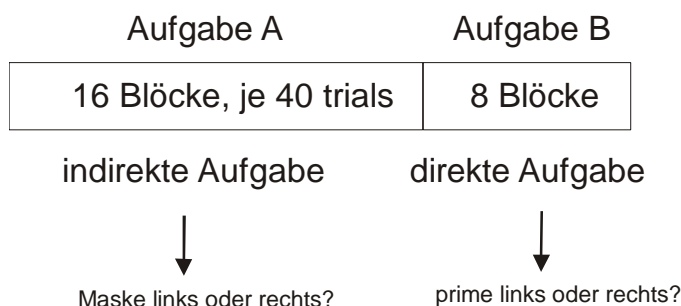


Abb. 20: Versuchsaufbau

Die Latenz der Antwort wird ab der Präsentation der Maske gemessen. Nach einem Fehler wird in beiden Teilen ein akustisches Feedback gegeben (330 Hz Ton für 50 ms). Nach einem inter-trial-interval (ITI) von 1000 ms schließt sich der nächste Durchgang an. Am Ende jedes Blocks erhält die Vp eine Gesamtrückmeldung über ihre Leistungen im Block (in Teil A Latenz und Fehlerzahl, in Teil B nur die Fehlerzahl). Abb. 21 zeigt den Ablauf eines Durchgangs.

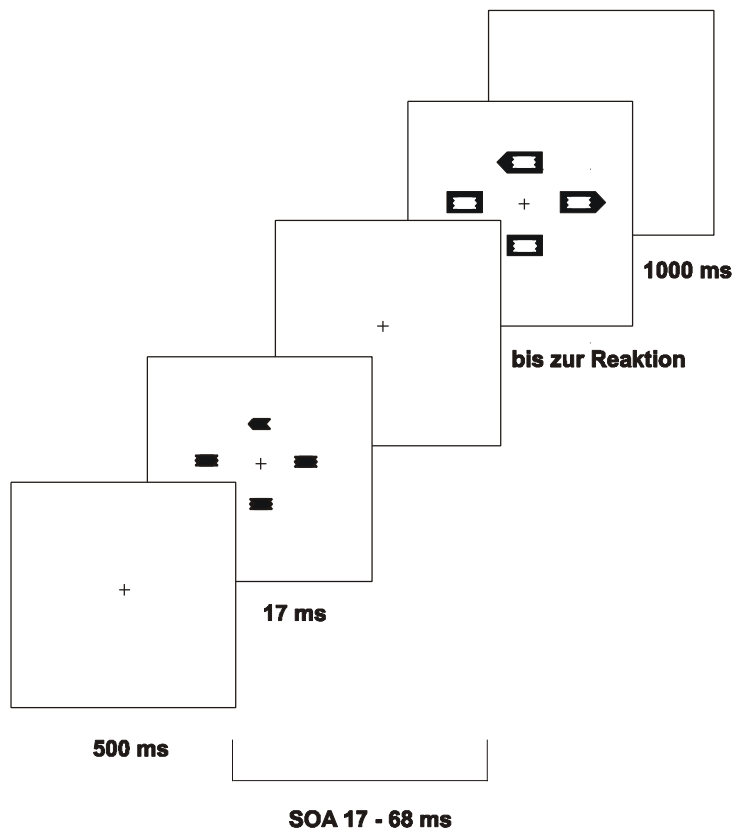


Abb. 21: Ablauf eines Durchgangs

7.3. Ergebnisse

7.3.1. Priming

Es werden stets nur die wichtigsten Ergebnisse der Analysen vorgestellt, die vollständigen Daten befinden sich in tabellarischer Form im Anhang. Abb. 22 stellt die gemittelte priming-Funktion bei Positionsübereinstimmung von prime und Maske dar. Es zeigen sich in den Fällen der Ortsübereinstimmung zwischen prime und Maske deutliche priming-Effekte, die gemäß den bisherigen Daten von Vorberg et al. und Versuch I mit dem SOA ansteigen.

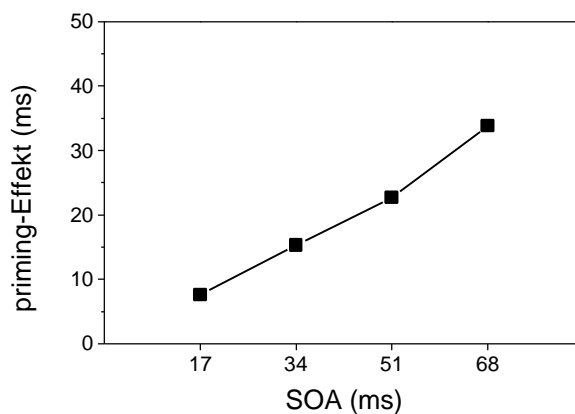


Abb. 22: priming-Funktion bei Positionsübereinstimmung von prime und Maske

Allerdings ist die Größe der Effekte geringer als in den bisherigen Versuchen. Die Effekte werden in einer dreifaktoriellen, messwiederholten Varianzanalyse mit den Faktoren SOA, Positionskonsistenz und Art des Distraktors ausgewertet. Es zeigen sich folgende Effekte.

Der Effekt des SOA, der den Anstieg der priming-Effekt über das SOA abbildet, ist mit $[F(3,15) = 9.039; p = 0.001]$ hochsignifikant.

Die Veränderung des priming-Effekts durch die Variation der Position von prime und Maske wird in den Abb. 23 dargestellt. Es wird deutlich, dass eine Ortsvariation zwischen prime und Maske innerhalb des beachteten Bereichs keinen deutlichen Einfluss auf die priming-Funktion nimmt. In den Fällen, in denen der prime ausserhalb des relevanten Bereichs erscheint, ist die priming-Funktion allerdings deutlich verändert. Sie erreichen nicht nur eine deutlich geringere Größenordnung, sondern steigen auch nicht mit dem SOA an.

Die Tabelle 3 stellt zusätzlich die Steigungen der priming-Funktionen unter den verschiedenen Positionskonsistenzen dar.

Tab. 3: Steigungen der priming-Funktionen unter den verschiedenen Positionskonsistenzen

Positionskonsistenz 1	Positionskonsistenz 2	Positionskonsistenz 3	Positionskonsistenz 4
0.51	0.62	0.144	0.09

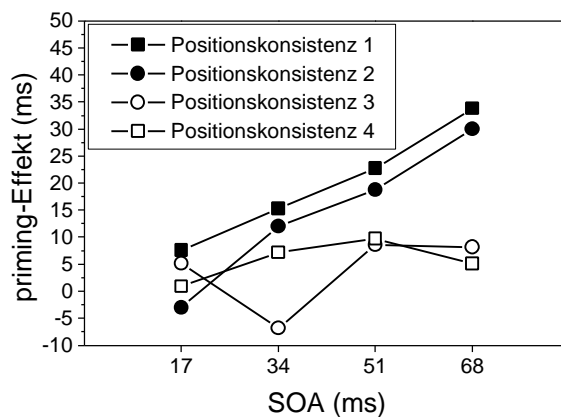


Abb. 23: priming-Funktionen, getrennt nach Positionskonsistenz

Der Effekt der Positionskonsistenz, der die Veränderung des Priming-Effekts über die Positionsvariation zwischen prime und Maske abbildet, ist hochsignifikant [$F(3,15) = 5.623$; $p = 0.009$]. Der Einfluss der Positionskonsistenz auf die priming-Funktion zeigt sich in der signifikanten Interaktion zwischen der Positionskonsistenz und dem SOA [$F(9,45) = 2.692$; $p = 0.014$]. Inhaltlich bedeutet dies die beschriebene Verringerung der priming-Effekte über das SOA an den nicht beachteten Positionen.

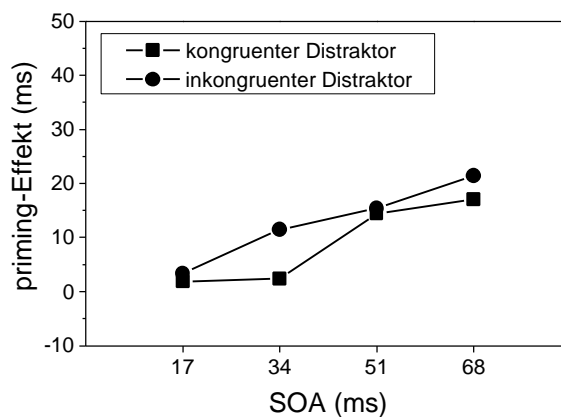


Abb. 24: priming-Funktionen, getrennt nach Distraktortypen

Die verschiedenen Distraktortypen haben ebenfalls einen Einfluss auf die priming-Effekte (siehe Abb. 24). Im Falle der inkongruenten Distraktoren sind die Effekte etwas größer. Der Unterschied zwischen den verschiedenen Distraktortypen ist mit [$F(1,5) = 15.702$; $p = 0.011$] bedeutsam.

7.3.2. Fehler

Die fehlerhaften Durchgänge werden, wie die Latenzen zuvor, nach Kongruenz aufgeteilt und getrennt ausgewertet. In der Abb. 25 sind die Fehler in Prozent, getrennt nach der Kongruenz und Positionskonsistenz dargestellt. Die vier verschiedenen Positionskonsistenzen sind in vier unterschiedlichen Grafiken (a - d) abgebildet. In der oberen Zeile sind die Fälle, in denen der prime innerhalb des beachteten Bereichs erschien dargestellt. Die unteren Zeile zeigt die Fälle, in denen er ausserhalb präsentiert wurde.

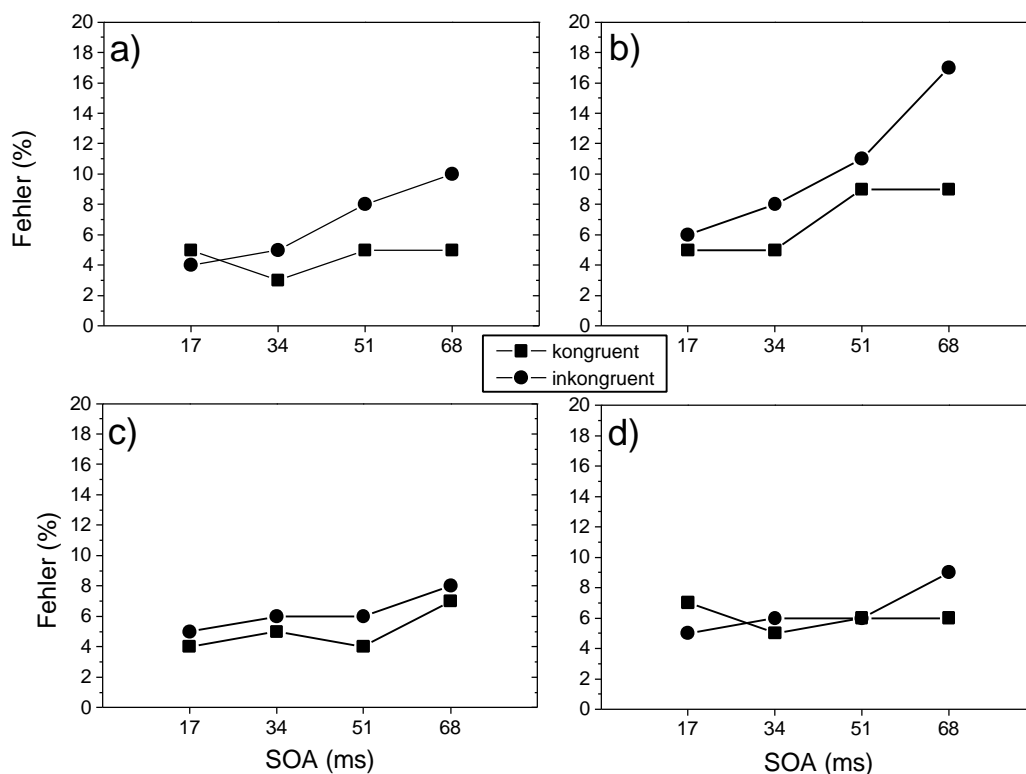


Abb. 25: Fehlerdaten, getrennt nach Kongruenz und Positionskonsistenz [a) Positionskonsistenz 1 b) Positionskonsistenz 2, c) Positionskonsistenz 3, d) Positionskonsistenz 4]

Beim Vergleich der Daten wird klar, dass die typischen Fehlereffekte (stärkerer Anstieg der Fehlerrate in den inkongruenten Bedingungen) nur in den Fällen beobachtbar sind, in denen der prime innerhalb des beachteten Bereichs erscheint.

7.3.3. Maskierung

In der Abb. 26 sind die gemittelten d' - Werte, getrennt nach SOA abgetragen. Es wird deutlich, dass die primes über den gesamten SOA - Verlauf nur schlecht klassifiziert werden können.

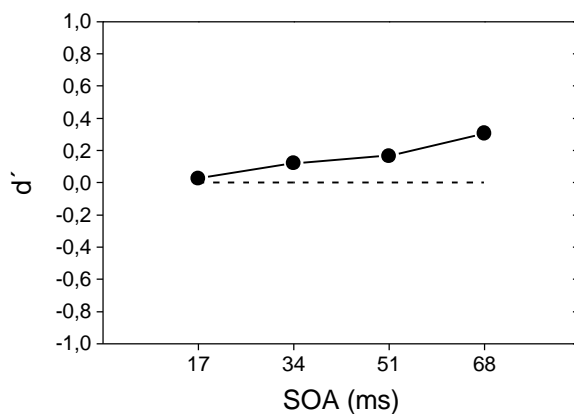


Abb. 26: Mittlere Klassifikationsleistung der Vpn

Der Effekt des SOA ist demzufolge nicht bedeutsam [$F(3,15) = 1,9208$; $p = 0,1619$]. In Abb. 27 sind die Unterschiede zwischen den beiden in der Aufgabe B möglichen Variationen der Positionskonsistenz (gleich / verschieden im beachteten Bereich) abgetragen. Es wäre möglich, dass der prime besser diskriminierbar wird, wenn die relevante Maske an der jeweils anderen Position erscheint (z.B. prime unten, Maske oben). Ein Effekt in dieser Richtung wird allerdings nicht deutlich [$F(1,5) = 0,0024$; $p = 0,9620$]. Insgesamt zeigen sich keine großen Unterschiede, beim kürzesten SOA gibt es sogar einen kleinen Unterschied in die umgekehrte Richtung, d.h. die Vpn können besser diskriminieren, wenn beide Reize an derselben Position erscheinen. Auch der Effekt der Distraktortypen wird nicht bedeutsam [$F(1,5) = 0,6614$; $p = 0,4530$]. Ebenso erreicht keine der Interaktionen Signifikanz.

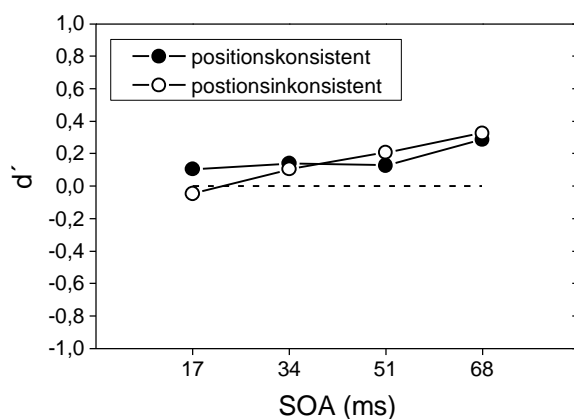


Abb. 27: Klassifikationsleistung, getrennt nach Positionskonsistenz

7.4. Diskussion

7.4.1. Priming-Effekte

Generell wurden sehr vergleichbare priming-Effekte zur Studie von Vorberg et al. gefunden. Sie sind von der Größe her geringer, zeigt allerdings ebenfalls einen linearen Anstieg mit dem SOA (wenn auch eine geringere Steigung). Die generelle Verringerung der Effekte könnte etwa auf die komplexere visuelle Situation, in der mehr visuelle onsets vorliegen, zurückgeführt werden.

Darüberhinaus konnte demonstriert werden, dass die priming-Effekte offensichtlich weniger positions- als vielmehr aufmerksamsabhängig sind. Der priming-Effekt wird durch eine Positionsvariation zwischen prime und Maske weniger betroffen als durch selektive räumliche Aufmerksamkeit. Durch die Positionsvariation werden die Effekte zwar etwas verringert, der Verlauf der Funktion bleibt aber erhalten. Dahingegen üben primes, die an nicht beachteten Positionen erscheinen, keinen nennenswerten Effekt aus.

7.4.2. Bewusstheit der Effekte

Die geschilderten Effekte sind offensichtlich nicht auf eine bewusste Verarbeitung der primes zurückzuführen, denn unter allen SOA-Stufen liegt die Klassifikationsleistung der Vpn nahezu bei Zufall.

Hier unterscheiden sich die Daten der Studie von den Maskierungsdaten des vorherigen Versuches. Wenn man die Probanden vergleicht, wird deutlich dass manche Probanden unter allen SOA-Bedingungen bei Zufall liegen und dennoch bedeutsame priming-Effekte zeigen, während andere z.T. überzufällig diskriminieren und vergleichbare priming-Funktionen zeigen. Zunächst einmal heisst dies, dass im Rahmen des Dissoziationsparadigmas ein Nachweis unbewusster Effekte der primes geführt wurde. Die Bedeutsamkeit dieses Nachweises ist jedoch im Licht der Befunde von Vorberg et al. und Experiment I dieser Studie, die eine Unabhängigkeit der priming-Funktion von der Bewusstheit der Reize gezeigt haben, relativ unerheblich.

Die Tatsache, dass die priming-Funktion durch eine reine Ortsvariation der Reize wenig verändert wird, deutet ferner darauf hin, dass der Effekt auf einer Ebene entstehen muss, die relativ unabhängig vom Erscheinungsort der Reize ist. Dies widerspricht Annahmen, die gerade die Ortsinvarianz von priming-Effekten als Möglichkeiten einer qualitativen Unterscheidung zwischen bewussten und unbewussten Effekte sehen (Bar & Biederman, 1999).

Diese Autoren nehmen an, dass nur die Wirkung bewusster primes unabhängig vom Erscheinungsort der Reize funktioniert, während unbewusste Effekte abhängig von der Positionsübereinstimmung zwischen den Reizen sein sollen. Allerdings verwenden diese Autoren im Gegensatz zu dem hier verwendeten experimentellen Aufbau ein sehr unterschiedliches Paradigma.

Sie untersuchen rein visuelles priming, das sich zudem in einem gänzlich unterschiedlichen Zeitbereich abspielt (der eher im Minutenbereich liegt). Ausserdem ist ihr Effekt unabhängig von zwischenzeitlich präsentierten Reizen. Dies trifft auf die hier präsentierte Vorgehensweise nicht zu.

Die Positionsinvarianz der hier gefundenen Effekte deutet darauf hin, dass der priming-Effekt nicht unbedingt auf den frühen Ebenen der visuellen Verarbeitung entsteht. Hier würde man eine deutliche Veränderung der Effekte bei einer Positionsvariation der Reize erwarten. Dies hängt mit der geringen Größe der rezeptiven Felder in den Arealen des Cortex zusammen, in denen man die Verarbeitung einfacher Formen lokalisiert hat (Bar & Biederman, 1999, Zeki, 1993). Erst wenn der Einzugsbereich der beteiligten Zellen eine bestimmte Größe erreicht hat, sollte man Positionsinvarianz erwarten.

Der zweite Aspekt der Arbeit, die Wirkung selektiver räumlicher Aufmerksamkeit, die hier dazu führt, dass die Effekte nicht beachteter primes deutlich verringert werden, ist ebenfalls für die weitere Charakterisierung der Effekte interessant.

Die Effekte, die sich für die Reize im beachteten Bereich ergeben, lassen sich im Rahmen gängiger Aufmerksamkeitsmodelle (Bundesen, 1990; Schneider, 1999) effizient erklären.

Während der Erscheinungsort eines Objekts im Rahmen der MIT (Treisman, 1998) ein einzigartiges Charakteristikum des Reizes darstellt, besteht eine ganze Reihe weiterer möglicher Objektmerkmale (Farbe, Form), die diese Sonderrolle nicht teilen. Es ist für das Verständnis der Charakteristiken und Grenzen der priming-Effekte wichtig, die Auswirkung der Aufmerksamkeit auf der Ebene verschiedener Merkmale zu analysieren. Aus diesem Grund wird im folgenden Versuchen die merkmalsbasierte Aufmerksamkeit variiert.

Dabei wird zum Merkmal Form zusätzlich das Merkmal Farbe verwendet. Dies ist durch Befunde neuerer Arbeiten (Moutoussis & Zeki, 1997a; 1997b) zur Verarbeitungsgeschwindigkeit verschiedener visueller Merkmale motiviert. Diese Autoren fanden unter Verwendung psychophysischer Methoden eine deutlich unterschiedliche Verarbeitungsgeschwindigkeit für verschiedene visuelle Merkmale wie Farbe und Orientierung.

In den angesprochenen Arbeiten wurde die Zeitdauer bis zu einer bewussten Repräsentation eines Merkmals geschätzt. Es stellte sich heraus, dass das Merkmal Farbe um rund 40 ms schneller als die anderen verwendeten Merkmale bis zur bewussten Repräsentation verarbeitet werden konnte. Es wäre nun besonders interessant, im Rahmen des priming-Paradigmas, in dem man von einer Unabhängigkeit der Effekte vom Bewusstsein ausgeht, einen Vergleich der zeitlichen Charakteristiken verschiedener Reizmerkmale anzustellen. Dies soll im Rahmen der Versuche III und IV geschehen.

8.1. Experiment III

In Versuch II sind die Effekte selektiver räumlicher Aufmerksamkeit auf die priming-Funktion deutlich geworden. Die priming-Funktion wird durch das Erscheinen des primes in einem nicht beachteten räumlichen Bereich deutlich verändert.

Versuch III untersucht, ob die priming-Funktion auch durch die Beachtung verschiedener nicht-räumlicher Merkmale des primes (merkmalsbasierte Aufmerksamkeit) beeinflusst werden kann. Hier stellt sich die generelle Frage, wie relevant die Beachtung eines Reizmerkmals für seinen Einfluss auf einen nachfolgenden Reiz ist. Diese wurde bereits durch frühe Arbeiten von Peter Wolff (1989) gestellt.

Wenn prime und Maske zwei antwortrelevante Merkmale (A und B) beinhalten, kann selektiv Merkmal A oder B beachtet werden. Dadurch wird prinzipiell testbar, inwieweit diese Merkmale abhängig von ihrer Beachtung in der Maske einen priming-Effekt ausüben können.

Es wäre etwa (a) möglich, dass Merkmal A nur dann einen priming-Effekt bewirkt, wenn es auch in der Maske beachtet wird, oder aber (b) dass der Effekt unabhängig von der Beachtung der Merkmale ist. Dies würde darauf hindeuten, dass die primes nur dann den beschriebenen linearen Anstieg in der priming-Funktion zeigen, wenn sie im Rahmen eines eng umgrenzten Aufgabenkontextes eingebunden werden. Sobald ein Merkmal aus diesem Kontext herausgenommen wird, sollte es seine Wirkung verlieren.

Ein zweiter wichtiger Gesichtspunkt des Versuchs liegt in der Untersuchung der Maskierung. Dabei werden zwei verschieden komplexe Antworten auf den prime verlangt, um den Einfluss der Antwortschwierigkeit auf die Korrektheit der Reaktion (Lachter & Durgin, 1999) messen zu können.

8.2. Methode

8.2.1. Aufgabe

Wie in Versuch I reagieren die Vpn wieder in verschiedenen Teilen (A und B) selektiv auf Masken oder primes. In **Teil A** sollen sie in einer Sequenz von Blöcken so schnell wie möglich auf die Zeigerichtung von Pfeilen und in einer weiteren Sequenz auf die Farbe von verschiedenen Reizen reagieren.

Den Farben sind dabei per Vereinbarung zwei Antwortseiten zugewiesen (grün - rechts, rot - links), auf die Pfeile soll wie bisher analog zu ihrer Zeigerichtung reagiert werden.

Die Merkmale können in einzeln oder in der Kombination vorkommen, wobei im ersteren Fall das irrelevante Merkmal stets neutral ist. Ein grauer Pfeil etwa zeigt nur durch seine Form eine Antwortseite an, seine Farbe dagegen ist antwortneutral. Ein farbiges Rechteck zeigt die Antwort durch seine Farbe an, aber seine Form ist antwortneutral. Analog zu den Masken können auch in den primes Reize mit einzelnen und kombinierten Merkmalen vorkommen. Innerhalb eines Stimulus mit zwei antwortrelevanten Merkmalen (sowohl prime als auch Maske) können nur antwortkonsistente Kombinationen vorkommen (also rot **und** links oder grün **und** rechts). Die möglichen Masken und primes und ihre Häufigkeiten sind in Abb. 28 abgebildet.

In der Sequenz, in der nur die Form der Maske relevant ist, erscheinen zu 50 % graue Pfeile als Masken (Formmasken), in der Sequenz, in der Farbe relevant ist, zu 50 % farbiges Rechtecke (Farbmasken). In der übrigen Hälfte der Fälle erscheinen jeweils farbige Pfeile (Farbformmasken) als Masken. Die Vpn sollen stets auf das gerade relevante Merkmal der Reize achten und reagieren.

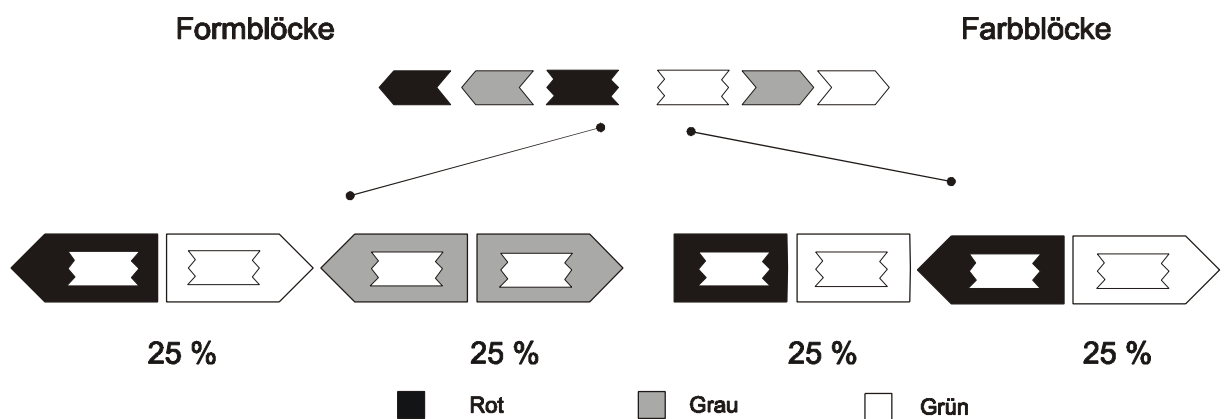


Abb. 28: Masken und primes aus Experiment III

Es können in jedem Block stets alle sechs verschiedenen primes erscheinen. Die Farbformmasken werden verwendet, um für den Vergleich der Form- und Farbblöcke physikalisch gleiche Reize zu erhalten, wohingegen die Reize mit einem Merkmal die Beachtung des jeweils relevanten Merkmals motivieren sollen. Die Reihenfolge der Aufgaben und Blöcke wird in der Abb. 29 deutlich.

Im **Teil B** des Versuchs sollen die Vpn die primes entweder klassifizieren (B1) oder identifizieren (B2). Diese beiden Aufgaben werden in getrennten Blöcken durchgeführt.

Die Klassifikationsreaktion entspricht Versuch I (die Angabe der „Seite“ kann sich nun allerdings auf die Form oder Farbe des primes beziehen). In der Identifikationsreaktion sollen die Vpn den prime identifizieren, d.h. einen aus sechs möglichen Reizen (siehe Abb. 28) auswählen.

Beide Antworten werden ohne Zeitdruck ausgeführt. Für die erste Reaktion stehen zwei Tasten (**y** / **-**), für die zweite Reaktion insgesamt sechs Tasten (**x** / **c** / **v** / **m** / **,** / **.**) der Standardtastatur zur Verfügung. In jeder Sitzung des Versuchs bearbeitet die Vpn abwechselnd die Aufgaben A und B1 und B2, wobei Teil A immer als erster durchgeführt wird, die Reihenfolge der Teile B1 und B2 allerdings wechselt

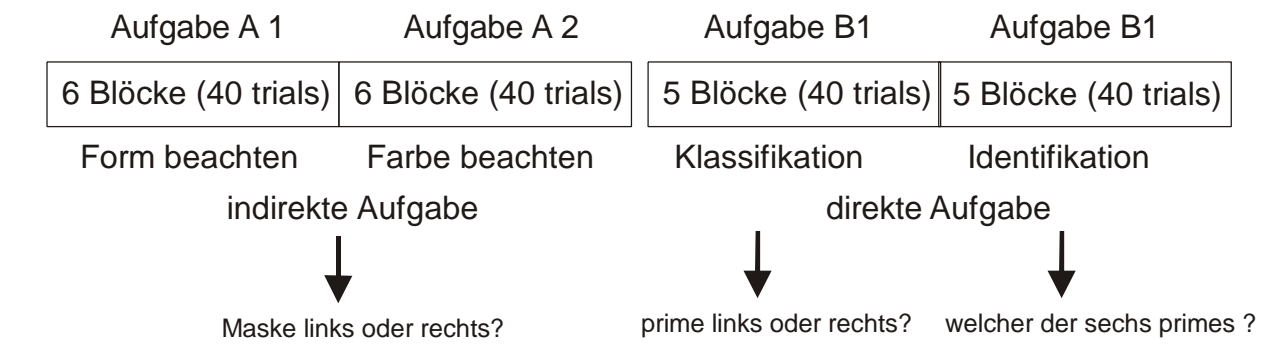


Abb. 29: Versuchsaufbau

8.2.2. Versuchsplan

Fünf unabhängige Variablen werden variiert. Dazu gehören das **relevante Merkmal** (Farbe oder Form der Maske), das **SOA** zwischen prime und Maske (17, 34, 51, 68 und 85 ms), die **Kongruenz** zwischen prime und Maske (kongruent oder inkongruent), die **Art der Maske** (Farbmaste, Formmaske, und Farbformmaske) und die **Art des primes** (Farbprime, Formprime und Farbformprime). Es ergeben sich insgesamt 120 Bedingungskombinationen

Das **relevante Merkmal der Maske** ist das jeweils durch die Instruktion hervorgehobene Reizmerkmal. Dies kann die Form (Zeigerichtung) oder die Farbe der Reize betreffen.

Die **Art der Maske** beschreibt das Aussehen der Maske. Sie zeigt entweder durch ihre Form (Formmaske) oder Farbe (Farbmaste) allein oder durch beide Merkmale (Farbformmaske) eine Antwort an.

Die **Art des primes** stellt dar, wie der prime die Antwort angibt. Entweder geschieht dies durch seine Form (Formprime) oder Farbe (Farbprime) allein oder beide Merkmale (Farbformprime).

Mit der **Kongruenz** wird die Übereinstimmung der Merkmale von prime und Maske beschrieben. Die Merkmale sind entweder kongruent, d.h. prime und Maske weisen mit ihren Merkmalen in dieselbe Richtung oder inkongruent, d.h. prime und Maske weisen in verschiedene Richtungen.

Die stimulus-onset-asynchrony (SOA) beschreibt die Zeitdauer zwischen dem Beginn des primes und dem Beginn der Maske. Diese wird in fünf 17 ms - Schritten zwischen 17 ms und 85 ms variiert.

8.2.3. Versuchspersonen

Es werden 6 Vpn (4 weiblich, 2 männlich – Kürzel = AN; TS; NR; AE; ES, NE) getestet. Ihr Alter liegt zwischen 19 und 42 Jahren (MW = 29.2, SD = 8.8).

Alle Probanden sind farbtüchtig und haben entweder normale oder korrigierte Sehfähigkeit. Sie werden für die Teilnahme an dem Versuch mit Versuchspersonenstunden im Rahmen des Psychologiestudiums entlohnt. Keine der Vpn ist über das Ziel des Versuchs informiert. Eine der Vpn (NE) hat auch an Versuch I und II teilgenommen.

8.2.4. Material

Die Reize entsprechen z.T. den Stimuli aus Versuch I. Zusätzlich werden allerdings die von der Form her neutralen Polygone und die Farben rot und grün eingeführt. Die Polygone entsprechen von der Größe den Pfeil-primes. Die ineffektiven Masken aus Versuch I werden nicht verwendet. Rechte Pfeile (primes wie Masken) können nur grün oder grau und linke Pfeile nur rot oder grau erscheinen (gemäß der Antwortkonsistenz). Die Reize erscheinen 3,357 Grad Sehwinkel vom zentralen Fixationsreiz entfernt. Anstelle des Fixationsquadrates wird ein Fixationskreuz verwendet.

Farben

Die Farben der Reize (rot und grün) werden in einem Flickerphotometrie-Test (nach Cavanagh & Anstis, 1991) isoluminant eingestellt. Dabei stellt jede Vp den Rotwert eines flackernden Farbglitters aus roten und grünen und Streifen so ein, dass der subjektive Bewegungseindruck der Balken in eine vorherrschende Richtung zum Erliegen kommt. Die Farben werden durch das Einstellen dreier Farbwerte (RGB) mit einem relativ hohen Grauanteil (Rot = R(32), G(20), B(20); Grün = R(20), G(32), B(20)) erstellt. Für jede Vp wird der Rotwert der Reize selektiv in der ersten Sitzung getestet und danach im Programm eingestellt.

8.2.5. Geräte

Die Geräte entsprechen bis auf eine Ausnahme den in Versuch I verwendeten. Der Monitor wurde wegen eines Defektes gegen einen neueres Modell ausgetauscht (17-Zoll, 60 Hz). Dieser Versuch stellt den einzigen dar, in dem dieser Monitor Verwendung fand.

Die Antworttasten der Tastatur im Identifikationsteil sind mit farbigen Markern beklebt (Symbolen der Reize), um den Vpn die Antwortauswahl in der Identifikationsreaktion zu erleichtern. Es werden im Gegensatz zu Versuch I nicht nur die Tasten (**Y**) und (**-**) verwendet, sondern zudem noch die Tasten (**X**), (**C**) und (**V**) auf der linken Seite und (**.**), (**,**) und (**M**) auf der rechten Seite. Tabelle 4 zeigt die Tastenbelegung des Versuchs.

Tab. 4: Tastenbelegung in der Identifikationsaufgabe

Roter Pfeil	Grauer Pfeil	Rotes Polyg.	grünes Polyg.	grauer Pfeil	grüner Pfeil
X	C	V	M	,	.

8.2.6. Instruktion

Die Vpn werden mündlich und separat für die Aufgabenteile instruiert. Dabei wird in Teil A besonderer Wert auf die Beachtung der verschiedenen Merkmale gelegt. Es wird dahingehend instruiert, möglichst schnell und fehlerfrei zu reagieren. Die Fehlerzahl soll ein vom Programm angezeigtes Niveau (5% der Durchgänge eines Blocks = 2 Fehler) nicht überschreiten. Im Anschluß an die Instruktion und Klärung etwaiger Fragen wird eine Demonstrationsversion des Versuchs gezeigt, die den Vpn Gelegenheit zum Kennenlernen der Aufgabe gibt. Diese besteht aus einem Block von 10 Durchgängen für jede der Sequenzen (Farbe oder Form beachten).

Erst vor Versuchsteil B werden die Vpn darüber aufgeklärt, dass vor jeder Maske ein prime präsentiert wird. Alle primes werden vor dem Beginn des Versuchs deutlich gezeigt und erklärt. Die beiden getrennten Reaktionen auf den prime (B1 und B2) werden in der Reihenfolge (vor den Durchgängen) instruiert, in der sie in der ersten Sitzung bearbeitet werden.

Es wird in Teil B1 und B2 besonderer Wert auf die Genauigkeit der Reaktion, weniger auf deren Geschwindigkeit gelegt. In der Reaktion auf den prime soll die Vp auf jeden Fall immer den Eindruck des Stimulus angeben, den sie im Moment der Reaktion hat. Bei keinem verfügbaren visuellen Eindruck soll sie raten. Auch für die beiden Teile B1 und B2 werden den Vpn Demoversionen präsentiert, in denen ein Durchgang mit deutlich sichtbarem prime (prime-Dauer 68 ms) gezeigt wird, um das Verständnis der Reaktion (und die Wahl der Tasten) zu erleichtern. Die Vpn werden auf die Aufkleber auf den Tasten hingewiesen.

8.2.7. Durchführung

Im Anschluss an die Durchführung des Isoluminanztests und der Kalibrierung des Programms auf die Werte der Vp wird zunächst die Aufgabe im Versuchsteil A instruiert.

8.3. Ergebnisse

8.3.1. Priming

Es ergibt sich ein bedeutsamer Effekt des SOA [$F(4,20) = 72,624$; $p < 0,0000$]. In Abb. 31 sind die Effekte der primes unter den verschiedenen Aufmerksamkeitsbedingungen auf physikalisch identische Reize (Farbformmasken) abgetragen. Es wird deutlich, dass das jeweils beachtete Merkmal einen deutlichen priming-Effekt erzeugt, während das unbeachtete Merkmal einen wesentlich geringeren oder sogar keinen Effekt hat. Der Effekt der Aufmerksamkeitsbedingung wird dabei mit [$F(1,5) = 6,921$; $p = 0.0465$] signifikant, die Interaktion zwischen der Aufmerksamkeitsbedingung und dem prime ist mit [$F(2,10) = 91,496$; $p < 0,001$] hoch bedeutsam.

In den Formblöcken beträgt die Steigung für Formprimes 1.21, für Farbformprimes 1.22 und für reine Farbprimes -0.08. In den Farbblöcken liegt die Steigung von Farbprimes bei 0.92, von Farbformprimes bei 0.86 und von Formprimes bei 0.16. Dabei sind die Effekte der unbeachteten Formprimes größer als die Effekte der unbeachteten Farbprimes. Interessanterweise ist der Effekt der primes, die beide Merkmale vereinen (Farbformprimes) stets am größten und im Falle der Farbblöcke sogar deutlich größer als der Effekt des relevanten Merkmals allein. Das unbeachtete Merkmal wirkt also nicht allein, aber in Konjunktion mit dem relevanten Merkmal.

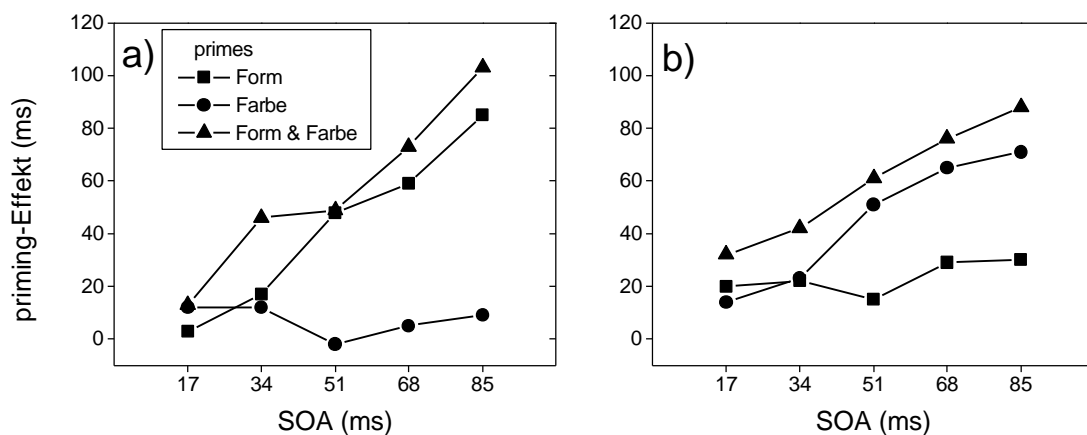


Abb. 31: priming-Funktionen verschiedener primes auf die Farbformmasken, getrennt nach Aufgabe

(a – Form beachten, b – Farbe beachten)

Der Unterschied zwischen den primes wird mit $[F(2,10) = 29,859; p = 0,0001]$ hochsignifikant. Im Fall der Formblöcke wird der Kontrast der Mittel aus Form und Farbformprimes mit den Farbprimes hoch signifikant $[F(1,5) = 206,2868; p = 0,000030]$. Im Fall der Farbblöcke wird der Kontrast der Mittel aus Farb und Farbformprimes mit den Formprimes ebenfalls hoch bedeutsam $[F(1,5) = 32,1444; p = 0,002375]$.

Die priming-Effekte bei Masken mit nur einem Merkmal entsprechen den oben dargestellten Effekten weitgehend und sollen deshalb nicht weiter dargestellt werden. Die Unterschiede zwischen den Maskenarten (Formmasken und Farbmasken auf der einen oder Farbformmasken auf der anderen Seite) werden nicht signifikant $[F(1,5) = 6,991; p = 0,458]$.

8.3.2. Fehlerdaten

Abb. 32 zeigt die Fehler in Prozent, getrennt nach der Kongruenz und dem SOA.

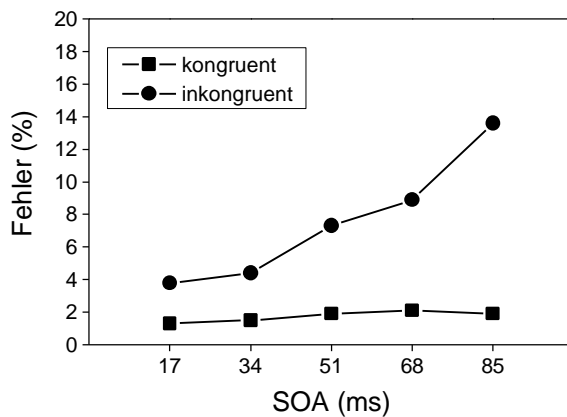


Abb. 32: Fehlerdaten, getrennt nach Kongruenz und SOA

Es findet sich der übliche Kongruenzeffekt. Dieser Effekt wird in den beiden Aufmerksamkeitsbedingungen deutlich (Abb. 33). In den inkongruenten Fällen steigen die Fehler mit dem SOA an, während sie in den kongruenten Fällen deutlich kleiner sind und keine Abhängigkeit vom SOA zeigen. Wie deutlich sichtbar wird, sind die Fehlerdaten in den beiden Aufgabenbedingungen nur leicht unterschiedlich, wobei sich die Verläufe über das SOA ähneln.

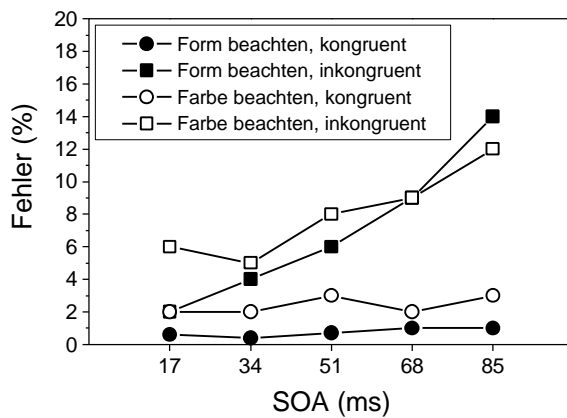


Abb. 33: Fehlerdaten in den beiden Aufmerksamkeitsbedingungen, getrennt nach Kongruenz

In der folgenden Abbildung 34 sind die Fehler nach den beiden Aufmerksamkeitsbedingungen und der Kongruenz unterteilt.

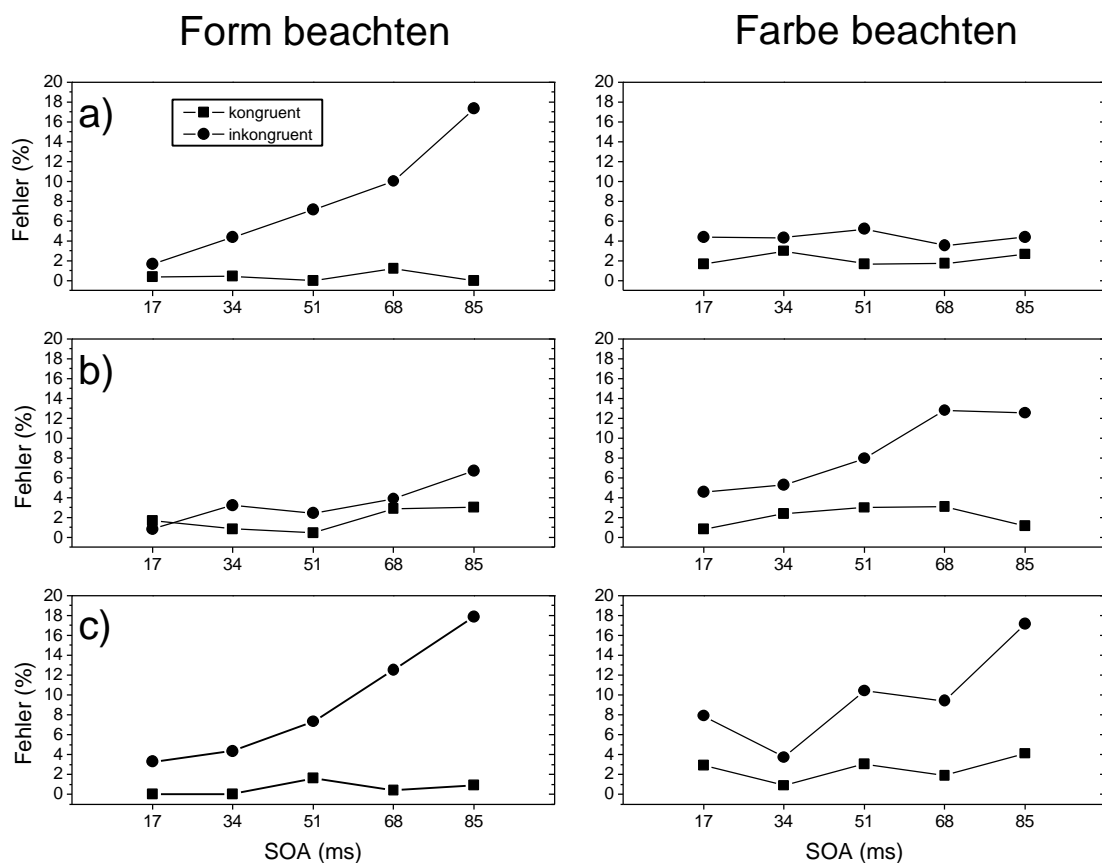


Abb. 34: Fehlerdaten, getrennt nach Aufmerksamkeitsbedingung, Kongruenz, prime-Typ und SOA für die beiden Aufmerksamkeitsbedingungen (a) Formprimes, b) Farbprimes, c) Formfarbprimes).

Die Fehler spiegeln in die Ergebnisse der priming - Effekte wider. Formprimes erzielen nur in der Bedingung, in der die Form beachtet wird den üblichen Kongruenzeffekt.

Bei Beachtung des Merkmals Farbe dagegen verlaufen beide Kongruenz-Funktionen flach. Bei den Farbprimes ist es umgekehrt. Bei den Formfarbprimes findet sich unter beiden Aufmerksamkeitsbedingungen annähernd der übliche Effekt.

8.3.3. Maskierung

8.3.3.1 Klassifikation

Abb. 35 zeigt die mittlere Klassifikationsleistung der Probanden. Die d' -Raten wurden berechnet, indem Treffer und Falsche Alarme für jede der im Sinne der Signalentdeckungsanalyse mögliche trennbare Kombination von Bedingungen ermittelt wurden. Diese d' -Raten wurden schließlich für die Grafiken gemittelt. Zunächst wird die gemittelte d' -Rate, getrennt nach dem SOA abgebildet.

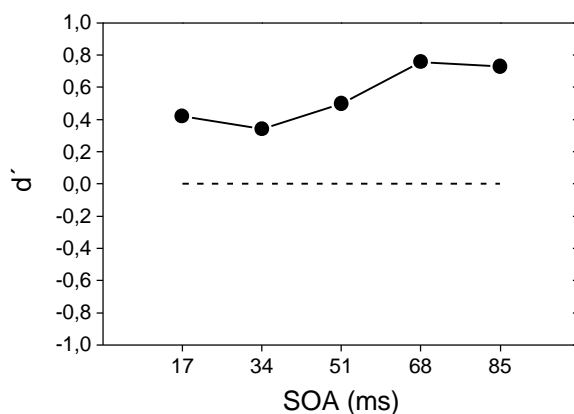


Abb. 35: Mittlere Klassifikationsleistung

Der Effekt des SOA ist nicht bedeutsam [$F(4,20) = 2,4500$; $p = 0,0795$]. Im weiteren werden die Daten getrennt nach primes und Masken analysiert. In der Abb. 36 wird die Klassifikationsleistung, getrennt nach den primes und Masken dargestellt.

Es wird deutlich (Abb. 36 (a)), dass die Formmasken am schlechtesten, bzw. die Farb- und Farbformmasken (36 (b)/ 36 (c)) am effektivsten maskieren. Besonders in der Kombination von Farbprimes und Formmasken finden sich schwache Maskierungsleistungen.

Die primes mit nur einem relevanten Merkmal werden von der jeweils identischen Maske am effektivsten maskiert. Wenn man sich etwa die Maskierung durch Farbmasken (Abb.36 (b)) ansieht, werden die Farbprimes am besten maskiert. Die Farbformmasken (Abb. 36 (c)) maskieren die primes mit nur einem Merkmal etwa gleich gut, wobei die Farbformprimes etwas besser diskriminiert werden können.

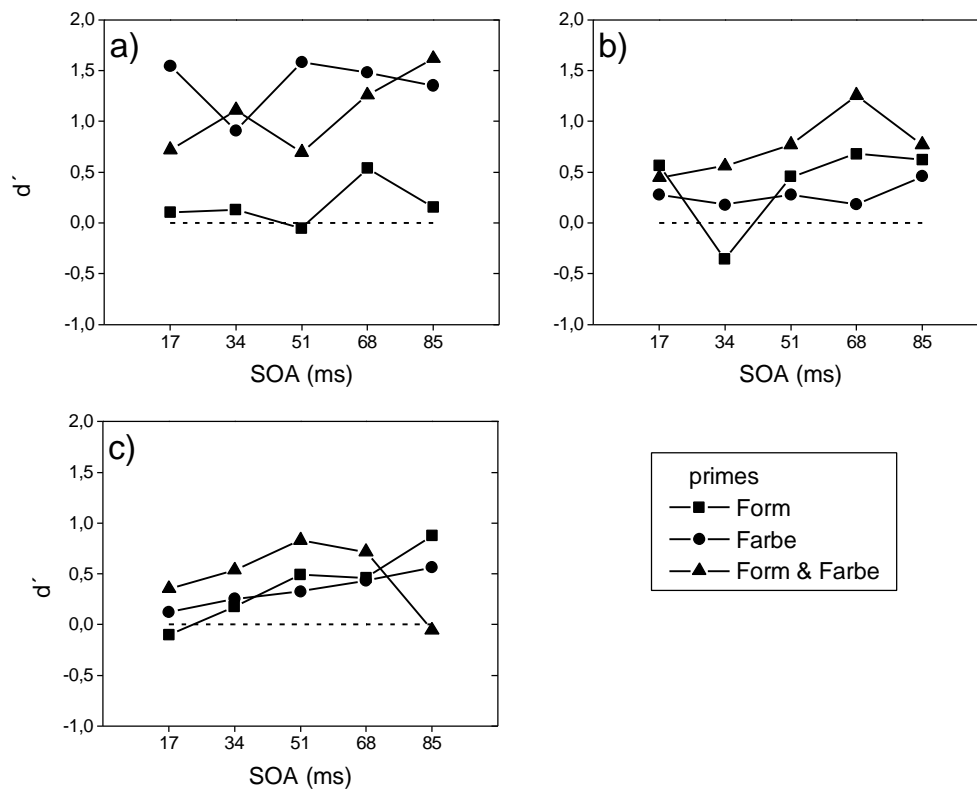


Abb. 36: Klassifikationsleistung, getrennt nach Masken und primes

[(a) Formmaske, (b) Farbmaske (c) Farbformmaske]

Der Verlauf der Maskierungsfunktion unterscheidet sich deutlich vom Verlauf der priming-Funktion der entsprechenden Reize.

Der Unterschied zwischen den primes wird mit $[F(2,10) = 10,03418; p = 0,00406]$ hochsignifikant, der Unterschied zwischen den Masken ebenso $[F(2,10) = 9,48664; p = 0,00489]$. Auch die Interaktion der primes und Masken ist mit $[F(4,20) = 5,584; p = 0,003472]$ hoch bedeutsam.

8.3.3.3. Identifikation

Die Identifikationsabfrage wird durchgeführt, um den Effekt der Antwortkomplexität (im Sinne von Lachter & Durgin, (1999) zu testen. Um eine Vergleichbarkeit zum Klassifikationsurteil zu ermöglichen, muss auch die Analyse der Daten vergleichbar sein. Daher wird die Sechsfachwahlantwort (Identifikation) nach den Antwortseiten (Links / Rechts) aufgeteilt. Die sechs möglichen Tastendrucke werden danach zusammengefasst, ob sie die richtige Antwortseite angeben und analog zur Klassifikation analysiert. So werden die beiden Maße vergleichbar. Die sonstigen Schritte zur Bestimmung des d' - Maßes entsprechen der Auswertung der Klassifikation.

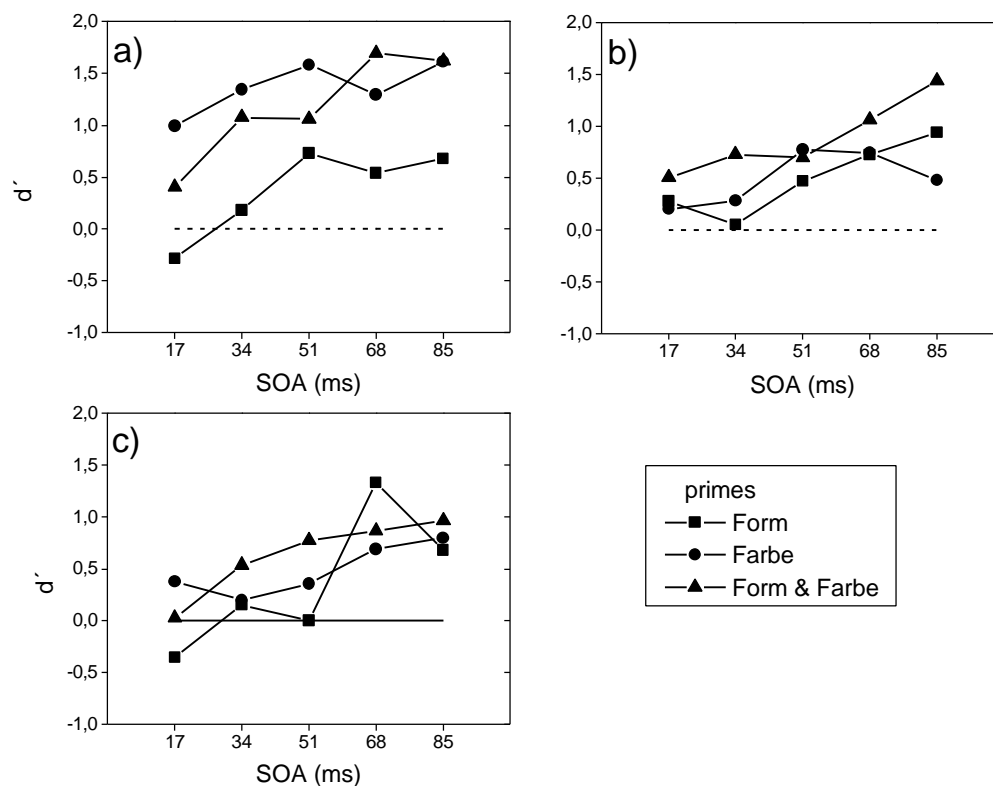


Abb. 37: Klassifikationsraten der Identifikation , getrennt nach Masken und primes

[a) Formmasken b) Farbmasken c) Farbformmasken]

Es ergeben sich deutlich unterschiedliche Maskierungsformen für die verschiedenen prime-Maske - Paarungen (siehe Abb. 37). Besonders im Falle der Formmaske wird eine schlechte Maskierung der farbigen primes deutlich. Der Unterschied zwischen den Maskentypen wird mit [$F(2,10) = 16,742$; $p = 0,0006$] hochsignifikant.

Die Farbformmasken maskieren dabei nicht effektiver als die Farbmasken, zeigen aber unterschiedliche Maskierungsfunktionen. Im frühen SOA-Bereich wird generell für alle primes eine effiziente Maskierung erreicht. Die Unterschiede zwischen den primetypen werden ebenfalls bedeutsam [$F(2,10) = 5,532$; $p = 0,0241$]. Ausserdem erreicht die Interaktion zwischen den prime- und Maskentypen Signifikanz [$F(4,20) = 3,333$; $p = 0,032$].

8.3.3.4. Vergleich Klassifikation-Identifikation

Abb. 38 zeigt die mittleren Klassifikationsleistungen in der Identifikations- und Klassifikationsreaktion.

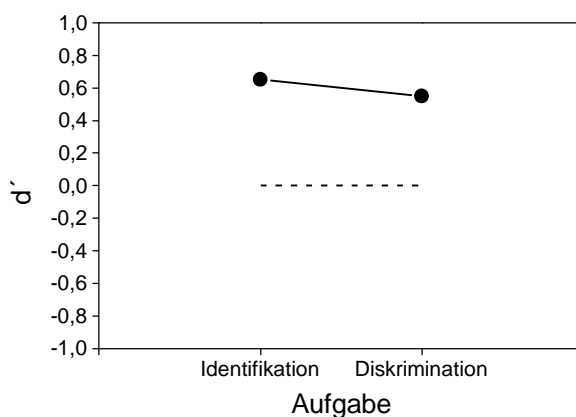


Abb. 38: Unterschiede zwischen Identifikation und Klassifikation

Es finden sich nur geringe Unterschiede zwischen der einfachen Klassifikation und der Identifikation. Dieser Unterschied zwischen den Aufgaben wird nicht bedeutsam [$F(1,5) = 0,426$, $p = 0,5430$]. Auch die Interaktion zwischen den primes und dem Faktor Aufgabe wird nicht bedeutsam [$F(2,10) = 0,069$; $p = 0,9338$], genau wie die Interaktion der Masken mit der Aufgabe [$F(2,10) = 1,165$; $p = 0,3510$]. Keine andere Interaktion eines Faktors mit der Variablen Aufgabe wird bedeutsam.

8.4. Diskussion

In den Daten aus Versuch III wird deutlich, dass die Nichtbeachtung eines Merkmals in der Maske deutlichen Einfluß auf die Verarbeitung der Merkmale des primes hat.

Das für die entsprechende Antwortselektion irrelevante Merkmal des primes hat einen deutlich geringeren Einfluß auf die Reaktion bezüglich der Maske. Dies wird nicht nur in den kleineren priming-Effekten, sondern auch in einer deutlich modulierten priming-Funktion deutlich.

Dies gilt nicht nur für die in den verschiedenen Blöcken perzeptuell verschiedenen relevanten Reize (Formmasken und Farbmasken), sondern auch vor allem auch für die Reize, die in den beiden Blockarten identisch sind (Farbformmasken).

In den Blöcken, in denen auf eine Form geantwortet werden sollte, findet sich praktisch kein Effekt des Farbprimes, während in den Blöcken, in denen die Farbe das relevante Merkmal war, der Effekt der Formprimes gering ist. Die Tatsache, dass der Formprime dennoch einen Einfluß hat, läßt sich unter Umständen damit erklären, dass die analoge Forminformation des primes durch einen „Filter“ selektiver Aufmerksamkeit nicht vollkommen unterdrückt werden kann. Auch wenn die Vpn sich auf das Merkmal Farbe einstellen, scheint die Forminformation dabei eine Antwort „vorzuaktivieren“ zu können. Interessanterweise führt eine Kombination der Merkmale der primes in einem Reiz dazu, dass die priming-Effekte nicht etwa verkleinert werden, sondern z.T. sogar vergrößert werden. Dies spricht dafür, dass u. U. eine interne Kombination der vorhandenen Merkmale stattfindet, die unter Umständen unabhängig von der jeweiligen Beachtung eines Merkmals ist. Unter welchen genauen Bedingungen diese Kombination stattfindet, ist allerdings noch unklar. Die Filterfunktion kann allerdings nur durch die Ausnutzung der deutlich sichtbaren Reize ausgeübt werden, stellt also einen indirekten Effekt auf die primes dar. Die Möglichkeit einer direkten Einflussnahme ist eher unwahrscheinlich. Zum einen ist es wenig sinnvoll, sich auf Merkmale eines schlecht oder nicht sichtbaren Reizes einzustellen, zum anderen zeigen die Ergebnisse von Versuch I, dass zumindest die Kongruenzinformation zwischen prime und Maske nicht in direkter Weise die Verarbeitung des primes beeinflussen kann. Da die Effizienz merkmalsbasierter selektiver Aufmerksamkeit auf die Verarbeitung maskierter primes deutlich aufgezeigt ist, drängt sich eine weitere Frage auf: Wie werden primes mit mehreren relevanten Merkmalen verarbeitet, wenn beide Merkmale relevant sind?

Im Rahmen der Erforschung des Bindungsproblems existieren Studien (Wojciulik & Kanwisher, 1998), die bei der Untersuchung des Patienten RM Hinweise darauf gefunden haben, dass eine Bindung von Merkmalen unter Umständen bereits implizit stattfinden kann. Es zeigte sich, dass RM in einer expliziten Aufgabe keine Bindung zwischen Merkmalen herstellen konnte.

Hier sollte er aus zwei am Bildschirm dargebotenen Wörtern das farbige vorlesen. RM lag in dieser Aufgabe bei Zufall, schaffte es also nicht, die Merkmale Farbe und Form des Wortes zu verbinden. Dabei hatte RM keine generellen Probleme dabei zu lesen oder Farben zu benennen. In einer anderen Aufgabe, in der RM im Rahmen eines abgewandelten Stroop-Paradigmas die Farbe eines Farbwortes vorlesen sollte, zeigte sich ein deutlicher Interferenzeffekt der nicht zu beachtenden Ebene (Semantik). Ausserdem waren die Effekte so abgestuft, dass die Interferenz durch das Wort, dessen Farbe genannt werden sollte, größer war, als die Interferenz eines anderen gleichzeitig präsentierten Wortes.

Die Autoren schließen aus der Dissoziation zwischen der bewussten und der unbewussten Bindungsleistung, dass die Bindung als solche nicht unbedingt an Aufmerksamkeit gekoppelt ist. Ausserdem nehmen sie an, dass der Parietallappen, der von vielen Autoren als relevant für Bindungsleistungen gesehen wird, nicht der einzige Ort sein kann, an dem eine Bindung von Merkmalen stattfinden kann. Unter Umständen ist dieser nur relevant für die bewusste Repräsentation der Bindung.

Wojciulik und Kanwisher (1998) diskutieren in diesem Rahmen die Merkmals-Integrations-Theorie von Treisman (1998). Die Autoren gehen davon aus, dass eine gewisse Form der Bindung unter Umständen sogar auf sehr frühen Stufen der visuellen Verarbeitung vorliegen kann. Dabei verweisen sie auf Studien, die belegen konnten, dass Zellen im frühen visuellen Cortex bereits auf verschiedene Merkmale eines Reizes reagieren können (Leventhal et al. 1995).

Bei der Betrachtung der Klassifikationsraten wird deutlich, dass sich trotz der generell besseren Klassifikationsleistung der Probanden im Vergleich zum ersten Versuch für jede Kombination von prime und Maske Bedingungen finden lassen, in denen die primes nicht überzufällig diskriminiert werden können und dennoch einen bedeutsamen priming-Effekt ausüben. Ausserdem findet sich, dass die primes, die insgesamt den deutlichsten Effekt ausüben (Farbformprimes) nicht auch immer gleichzeitig am besten diskriminiert werden können. Insgesamt ist wichtig, dass sich die Maskierungsfunktionen deutlich von den priming-Funktionen unterscheiden. Die deutlich von der priming-Funktionen unterscheidbaren Maskierungsfunktionen unterstreichen die Dissoziierbarkeit der Maße Klassifikation und priming.

Ausgehend von diesen Befunden soll im nächsten Versuch die Möglichkeit einer Integration verschiedener Merkmale des primes untersucht werden. Wenn die Vpn in der Reaktion auf die Maske gezwungen werden, sowohl auf die Farbe als auch auf die Form der Reize zu reagieren, sollten nach der oben vorgestellten Logik auch beide Merkmale eines primes eine Rolle spielen.

Die Frage ist, in welcher Weise die beiden relevanten prime-Merkmale auf die Verarbeitung der Maske wirken. Ergibt sich ein additiver Effekt, also eine generelle Erhöhung der priming-Effekte ohne Veränderung ihrer generellen Funktion oder verändert sich auch die zeitliche Dynamik der Effekte, was für eine interaktive Wirkung der Effekte spricht?

Eine weitere interessante Frage stellt sich in Bezug auf die Konsistenz der Attribute von prime und Maske: Wirkt ein prime, das das Merkmal A enthält, auch bezüglich einer Maske, auf deren Merkmal B man reagieren muss? Die Untersuchung der **Merkmalsabhängigkeit** der Effekte kann viel über die Wirkebene der priming-Effekte aussagen.

Findet sich kein merkmalsunabhängiges priming, spricht es dafür, dass die Effekte eher auf einer merkmalspezifischen Ebene anzusiedeln sind. Wenn sich jedoch Hinweise auf merkmalsunabhängiges priming finden lassen, spricht das für eine abstraktere Wirkungsebene der priming-Effekte. Diese können dann auch nicht mehr anatomisch einem einzigen Substrat, das nur durch spezifische Reize aktiviert wird, zugewiesen werden.

9.1. Experiment IV

Versuch III hat deutlich gemacht, dass merkmalsbasierte selektive Aufmerksamkeit den priming-Effekt effektiv verändern kann. Weitere relevante Fragen, die durch diesen Versuch nicht beantwortet werden konnten liegen jedoch – gerade bei Verwendung dieser Reize – auf der Hand. Es ist z.B. unklar, ob bei der Nutzung mehrerer antwortrelevanter Merkmale und keinerlei einschränkenden Aufmerksamkeitsbedingungen priming-Effekte auch über die verschiedenen Merkmale in prime und Maske hinweg wirksam werden. Wenn das relevante Merkmal des primes also etwa allein dessen Farbe ist, bei der Maske aber allein auf die Form reagiert wird, sind zwei Möglichkeiten denkbar.

(a) Es gibt keinen oder einen deutlich verringerten priming-Effekt über verschiedene Merkmale hinweg. (b) Es gibt einen deutlichen und vom Verlauf der priming-Funktion her vergleichbaren Effekt auch bei verschiedenen Merkmalen in prime und Maske. Das Vorliegen von Möglichkeit (b) würde die Unabhängigkeit der priming-Effekte bzw. ihrer Verarbeitung von spezifischen Gehirnarealen untermauern.

Es existieren hinreichende Befunde für die getrennte Verarbeitung verschiedener visueller Merkmale in getrennten Gehirnarealen (Zeki, 1993). Einzelzellableitungen im visuellen Cortex von Affen zeigten verschiedene Spezialisierungen bestimmter Areale.

Eine weitere Evidenz für diese Annahme stellten lokalisierte Läsionen bei Patienten dar, die zu selektiven Ausfallserscheinungen verschiedener perzeptueller Fähigkeiten führen. Bei der Achromatopsie etwa wird die Wahrnehmung von Farben beeinträchtigt, wohingegen die Wahrnehmung von Formen und Bewegung erhalten bleibt (Meadows, 1974, Damasio et al., 1980). Auch die Wahrnehmung einfacher Formen kann, unabhängig von der Diskriminationsleistung für Farben, gestört sein (Goodale & Milner, 1992).

Über die Patientendaten hinaus unterstützt auch der Einsatz neuerer bildgebender Verfahren wie der Positronenemissionstomographie (PET) und der funktionellen Kernspintomographie (fMRI) die Annahme getrennter Verarbeitungsareale.

Hier zeigt sich eine Verschiebung fokaler Aktivität bei der Antwort auf spezifische Aspekte eines Reizes (Corbetta et al., 1991; Sereno et al. 1995). Aus diesen Gründen stellt eine Kernfrage zur Wirkung der beschriebenen priming-Effekte, ob sie über die Grenzen der Aktivierung einzelner Merkmale hinaus wirksam werden können.

Das hieße, merkmalsunabhängiges priming kann nicht in der bloßen „Voraktivierung“ spezifischer anatomischer Verarbeitungsmodule bestehen. Ein weiterer ungeklärter Punkt ist das Ausmaß der Effekte mehrerer antwortrelevanter Merkmale innerhalb eines primes.

Wenn dieser statt nur über seine Form oder die Farbe allein durch beide Merkmale zugleich eine Antwortrichtung anzeigt, stellt sich die Frage, ob diese Koinzidenz der Merkmale auch den priming-Effekt deutlich verändert. Der Effekt kombinierter Merkmale könnte demgegenüber auch nur dem Effekt des „stärksten“ (salientesten) Einzelmerkmals entsprechen.

Es existieren neuropsychologische Hinweise darauf, dass eine Bindung von Objektmerkmalen bereits unbewusst stattfinden kann (Wojciulik & Kanwisher, 1998). Es ist wichtig zu untersuchen, ob Evidenzen für eine solche Verknüpfung auch bei gesunden Probanden im Rahmen des hier verwendeten priming-Paradigmas gefunden werden können. Diese Befunde würden theoretische und anatomische Grenzbedingungen – auch für eine Weiterentwicklung des Akkumulator-Modells von Vorberg et al. – setzen.

9.2. Methode

9.2.1. Aufgabe

Die Versuchspersonen haben zwei Aufgaben zu bewältigen. Beide Aufgaben werden in verschiedenen Teilen jeder Sitzung und nun in der Reihenfolge A – B – A durchgeführt. Im Unterschied zum vorherigen Versuch wird in den Blöcken des Teils A keine Unterscheidungen zwischen den Attributen der Reize gemacht. Sowohl Farbe als auch Form können in jeden Durchgang das relevante Merkmal darstellen. Die Merkmale können aber auch in Kombination vorkommen. Also müssen sich die Vpn auf Form und Farbe der Reize gleichermaßen einstellen. Aufgabe B wird – abgesehen von der Änderung der Verteilung der Reize – analog zu Versuch II durchgeführt.

9.2.2. Versuchsplan

Insgesamt werden 4 unabhängige Variablen variiert. Diese sind **SOA** (17, 34, 51, 68 und 85ms), **Kongruenz** der Reize (kongruent oder inkongruent), **Art der Maske** (Farbe, Form, und Farbe und Form) und **Art des primes** (Farbe, Form und Farbe und Form). Die Abb. 39 stellt die möglichen Kombinationen der Reize dar.

9.2.3. Versuchspersonen

Es nehmen insgesamt 6 Probandinnen (5 weiblich, 1 männlich) am Versuch teil. Ihr Alter liegt zwischen 19 und 30 Jahren (Mittelwert = 23,7, Standardabweichung = 4,6) (Kürzel = AN, AA, AR, SE, AN2, EF). Sie erhalten sechs Versuchspersonenstunden zur Vergütung ihrer Teilnahme. Alle Probandinnen sind farbtüchtig und haben normale oder korrigierte Sehfähigkeit. Sie werden am Ende vollständig über den Zweck und Hintergrund des Versuchs aufgeklärt. Keiner der Probanden hat an Versuch I, II oder III teilgenommen.

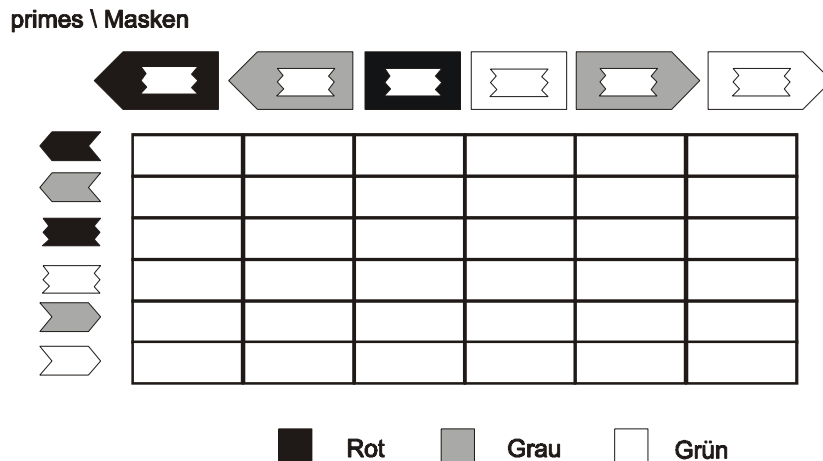


Abb. 39: Reizkombinationen in Experiment IV

9.2.4. Material

Es wurden die gleichen Reize, nur in einer unterschiedlichen Verteilung über die Blöcke (siehe Versuchsdurchführung) wie in Versuch III verwendet.

9.2.5. Geräte

Die Geräte entsprechen den im Versuch I und II verwendeten Geräten. Die Reaktionstasten sind wie im Vorversuch mit farbigen Markern beklebt, um den Vpn die Antwortauswahl zu erleichtern. Diese Aufkleber bleiben während des gesamten Versuchs auf den Tasten.

9.2.6. Instruktion

Die Vpn werden wieder in mehreren Teilen instruiert. Die Instruktionen entsprechen bis auf die Tatsache, dass jedes der Reizmerkmale in jedem Durchgang gleichermaßen beachtet werden soll, den Instruktionen aus Versuch III.

Zunächst erhalten sie die Instruktion für die Reaktion auf die Maske (Aufgabe A). Dabei wird besonderer Wert auf die Schnelligkeit und Genauigkeit der abzugebenden Antwort gelegt. Die Fehlerzahl soll dabei wieder ein bestimmtes Niveau (5% der Durchgänge eines Blocks) nicht überschreiten. Die Versuchspersonen werden darauf hingewiesen, dass die Farben und Formen der Reize zu 100% korreliert sind (also grüne Pfeile nur nach rechts zeigen können und rote Pfeile nur nach links zeigen) und in jedem Durchgang des Versuchs beide Reizmerkmale gleich beachtet werden sollen.

Nach Klärung etwaiger Fragen führten die Vpn eine kurze Demonstrationsversion (ein Block) der Aufgabe durch. Im Anschluß an die Durchführung der Aufgabe A wird die zweite Aufgabe (Teil B) erklärt. Dabei werden die Vpn über die Anwesenheit des primes aufgeklärt.

In Teil B1 (Klassifikation) wird besonders auf die Relevanz der Genauigkeit der Antwort hingewiesen. Auch hier wird wie bisher eine Demonstrationsversion durchgeführt, in der die primes in jedem Durchgang relativ deutlich zu sehen sind (Präsentationsdauer 68 ms). Die Vpn sollen dabei immer möglichst genau den Reiz angeben, den sie gesehen zu haben glauben. Bei keinem ausreichendem Eindruck eines bestimmten Reizes sollen sie raten. Bei der Instruktion von Teil B2 (Identifikation) wird auf die Beklebung der Tasten hingewiesen. Die Genauigkeit der Antwort wird dabei hervorgehoben.

9.2.7. Durchführung

Zunächst wird ein zentrales Fixationskreuz für 500 ms präsentiert. Diesen folgt der prime (17ms), der nach einem variablen SOA von der Maske abgelöst wird. Diese bleibt bis zur Reaktion der Versuchspersonen auf dem Bildschirm. Der Versuchsablauf entspricht dem Ablauf von Versuch III. Die Vpn bearbeiten 36 Durchgänge pro Block und zunächst 5 Blöcke in der ersten Aufgabe (denen ein Übungsblock vorangeht).

Bei einer falschen Reaktion in Teil A erhält die Vp eine Fehlerrückmeldung (330 Hz Ton für 50ms), am Ende des Blocks eine Rückmeldung über die gesamte Fehlerzahl und die durchschnittliche Reaktionszeit.

Im Teil B1 ist die eigentliche Reizpräsentation nahezu identisch, nur soll die Vp rein diskriminativ auf die Zeigerichtung des primes (durch Form oder Farbe) reagieren. Hier werden 5 Blöcke (plus 1 Block Übung) durchgeführt. Im folgenden Teil B2 soll die Vp mittels einer von sechs markierten Tasten genau angeben, wie der prime ausgesehen hatte. Auch hier werden 5 Blöcke (plus 1 Block Übung) durchgeführt. Am Ende der Sitzung wird Teil A mit 5 Blöcken (plus 1 Übung) wiederholt. Die Reihenfolge der verschiedenen Antworten auf den prime (Klassifikation oder Identifikation) wird über die Sitzungen (innerhalb der Vpn) balanciert. Alle Vpn führen insgesamt sechs Sitzungen durch, von denen die erste als Übung gewertet wird.

9.3. Ergebnisse

9.3.1. Priming

Die gemittelten Daten zeigen einen hochsignifikanten Effekt des SOA [$F(4,20) = 44,775$, $p < 0.0001$]. Abbildung 40 zeigt den gemittelten priming-Effekt.

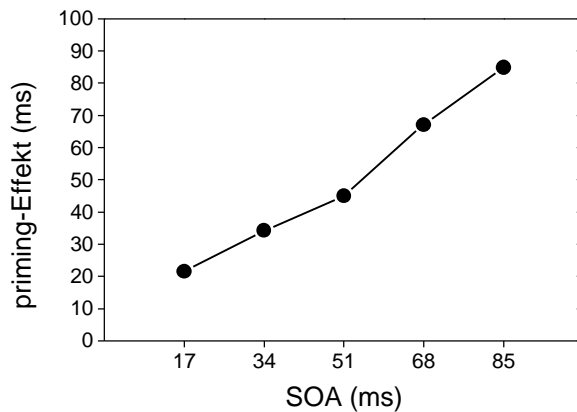


Abb. 40: Die gemittelte priming-Funktion

9.3.1.1. Priming-Effekte der einzelnen Merkmale?

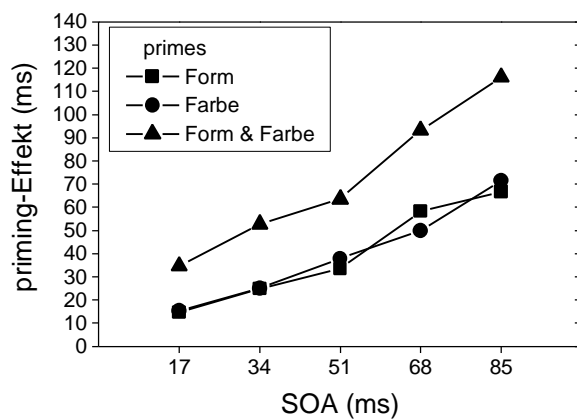


Abb. 41: Die priming-Funktion verschiedener Merkmale

Es zeigen sich deutliche Effekte der einzelnen prime-Merkmale. Diese sind, gemittelt über die Masken, in der Abbildung 41 dargestellt.

Es wird deutlich, dass die priming-Effekte der Merkmale Farbe und Form allein nahezu identisch sind, während die Effekte der kombinierten Merkmale deutlich vergrößert sind. Die Steigung der Funktionen der Formprimes ebenso wie der Farbprimes beträgt je 0.81, während die Steigung der Farbformprimes gleich 1.2 ist. Statistisch wird der Effekt des prime-Typs mit $[F(2,10) = 26.737; p = 0.0001]$ hochsignifikant.

Der Effekt der Farbformprimes ist bedeutsam größer als das Mittel der Effekte von Form- und Farbprimes $[F(1,5) = 141,1451; p = 0,000074]$. Die Unterschiede zwischen den Masken-Typen hingegen werden nicht signifikant $[F(2,10) = 0.270; p = 0.7690]$.

Die Interaktion zwischen dem prime-Typ und dem SOA wird ebenfalls nicht bedeutsam $[F(8,40) = 1.366; p = 0.2406]$, d.h. die Änderung der priming-Funktion im Falle der Farbformprimes nicht signifikant von der Additivität unterscheidbar.

9.3.1.2. Priming über Merkmale hinweg?

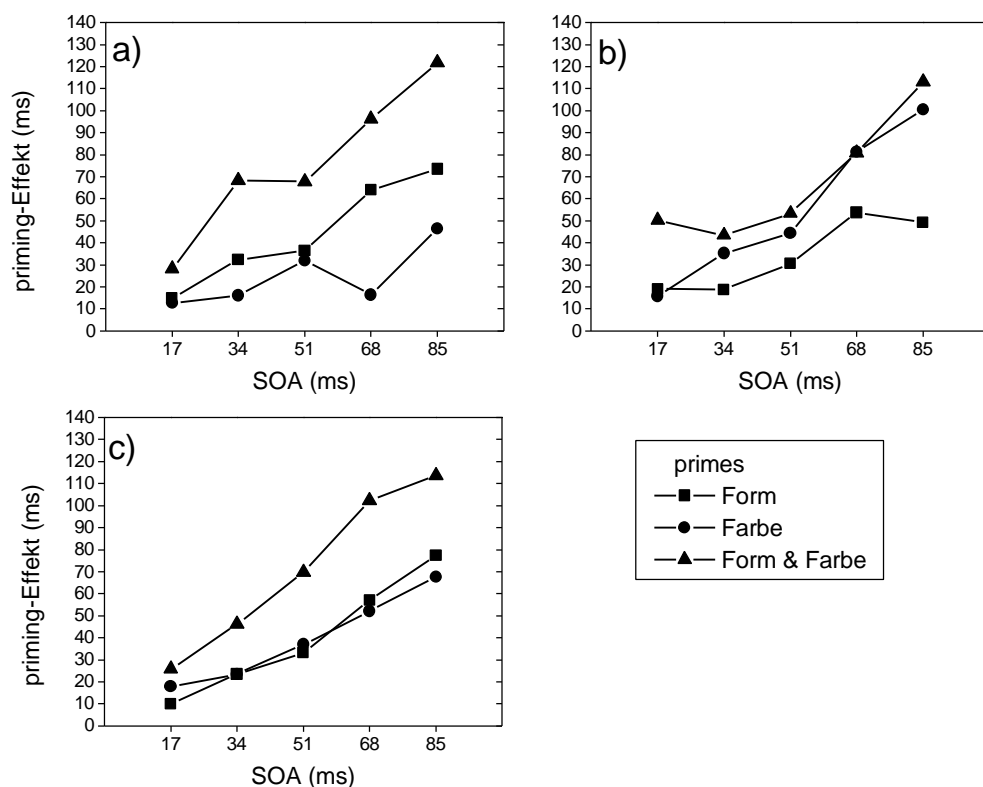


Abb. 42: priming-Funktionen, getrennt nach Masken und primes

[a) Formmasken, b) Farbmasksen c) Farbformmasken]

Abb. 42 zeigt die priming-Effekte, getrennt nach den primes und Masken. Es wird deutlich, dass priming-Effekte über Merkmale hinweg existieren. Diese weichen allerdings z.T. deutlich von der Linearität ab.

Ausserdem ist zu sehen, dass die erhöhten Effekte von Farbformprimes nur in den Fällen vorkommen, in denen die Masken antwortrelevante **Forminformation** enthalten. Wenn die Farbinformation allein das antwortrelevante Merkmal innerhalb der Maske darstellt, erhöhen sich die priming-Effekte durch mehrere Merkmale im prime nicht. Die Interaktion zwischen prime und Masken-Typ wird mit $[F(4,20) = 5.301, p = 0.0045]$ signifikant.

9.3.2. Fehler

Es zeigt sich wieder das aus den vorherigen Versuchen bekannte Muster. In Abb. 43 sind die Fehlerdaten abgetragen, getrennt nach der Kongruenz und dem SOA.

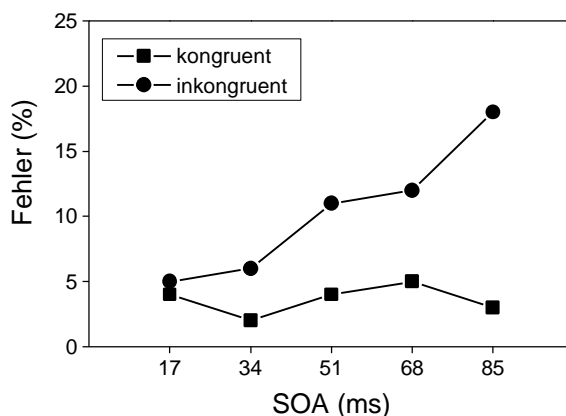


Abb.43: Fehlerdaten, getrennt nach Kongruenz und SOA

Es ist weiterhin interessant, sich die Fehlerdaten getrennt nach dem primetyp anzusehen, denn unter Umständen spiegeln sich hier ähnliche Effekte wie auch in den priming-Effekten wider. Abb. 44 stellt dies dar.

Im weitesten Sinne zeigt sich ein analoges Ergebnis zu den priming-Effekten. Die Fehlerraten sind im Falle der Farbformprimes am größten, in den beiden anderen Funktionen (Form- und Farbprimes) zeigen sich einige „Ausreisser“.

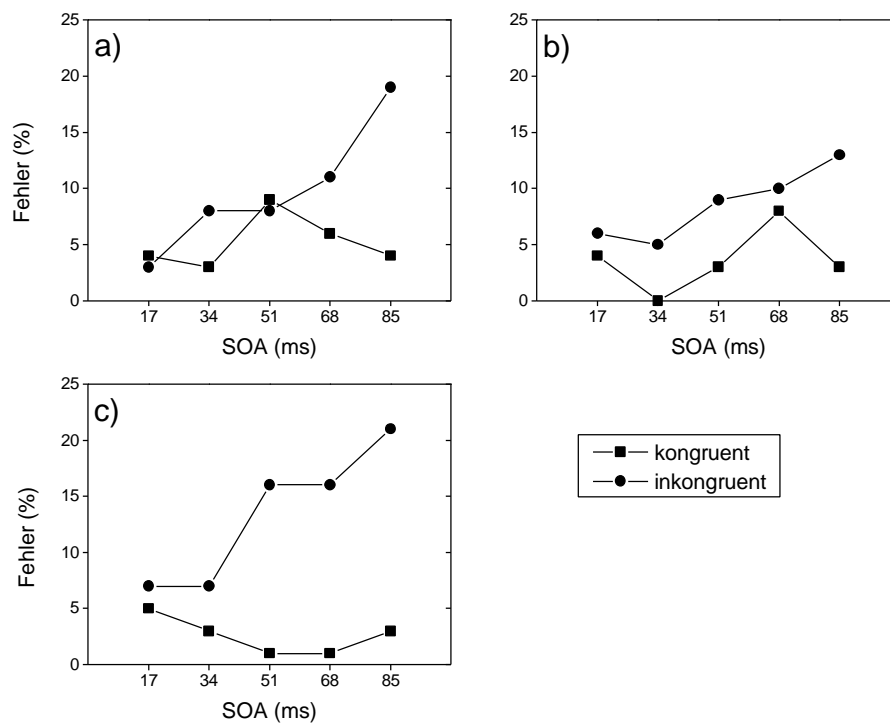


Abb. 44: Fehlerdaten, getrennt nach primes und Kongruenz [a) Formprimes, b) Farbprimes, c) Farbformprimes]

9.3.3. Maskierung

9.3.3.1 Klassifikation

Die Maskierungsdaten wurden analog zu Experiment III ausgewertet. In Abb. 45 sind die mittleren d' -Raten der Klassifikationsreaktion dargestellt.

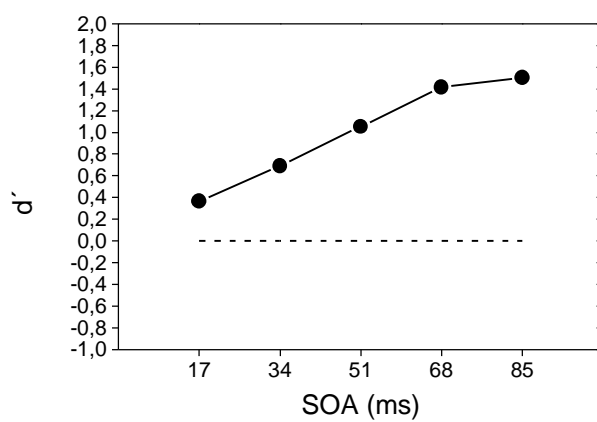


Abb. 45: Gemittelte Klassifikationsleistung

Es zeigt sich eine relativ typische Typ-A - Maskierungsfunktion. Wenn diese Daten nach den einzelnen Vpn getrennt werden, bestätigt sich dieses Bild bei allen Vpn. Die mittleren Leistungen der Probanden sind jedoch sehr unterschiedlich, so erreichen etwa die Vpn AN und AN2 d' - Raten von bis zu 2,5 / 3,5, während die restlichen Probanden maximal 2 erreichen. In der Folge werden die Maskierungsdaten der Kürze der Darstellung halber immer über Beobachter gemittelt dargestellt.

Im weiteren werden die Daten – analog zur Betrachtung der priming-Effekte – getrennt nach den verschiedenen primes und Masken analysiert. Es zeigt sich zum einen (Abb. 46), dass die einzelnen Masken sehr unterschiedlich maskieren, wobei die Masken, die Farbe beinhalten, am effektivsten wirken.

Zum anderen wird deutlich, dass die verschiedenen primes sehr verschieden maskiert werden. Am besten werden wiederum die primes ohne Farbanteil maskiert. Die primes mit beiden Merkmalen werden tendenziell am schlechtesten maskiert.

Generell nimmt die Maskierung mit dem SOA ab, so dass die Funktionen hier mit dem Verlauf des priming-Effekts vergleichbar werden. Der einzige Ausreißer zeigt sich für die Kombination von Formprimes und Farbmasken, bei denen die Klassifikationsleistung im SOA von 85 ms wieder abnimmt.

Der Effekt des SOA wird mit $[F(4,20) = 15,0959; p < 0,0001]$ hoch bedeutsam. Auch der Unterschied zwischen den primes wird mit $[F(2,10) = 13,228; p = 0,00155]$ signifikant, ebenso wie der Unterschied zwischen den Masken $[F(2,10) = 5,18545; p = 0,028507]$.

Auch die Interaktion zwischen prime und Maske wird mit $[F(4,20) = 3,23965; p = 0,0333]$ bedeutsam. Alle anderen Effekte sind nicht bedeutsam.

Im Vergleich zur Klassifikation im Experiment III wird deutlich, dass die Leistungen der Beobachter zum einen generell höher liegen und zum anderen die Maskierungsfunktionen anders verlaufen. Die Funktionen ähneln in Experiment IV sehr viel mehr den erhaltenen priming-Funktionen als in Experiment III.

Im Licht der Befunde aus Experiment I (Unabhängigkeit der priming-Effekte vom Bewusstsein) ist diese Tatsache zwar interessant, aber im weiteren vernachlässigbar.

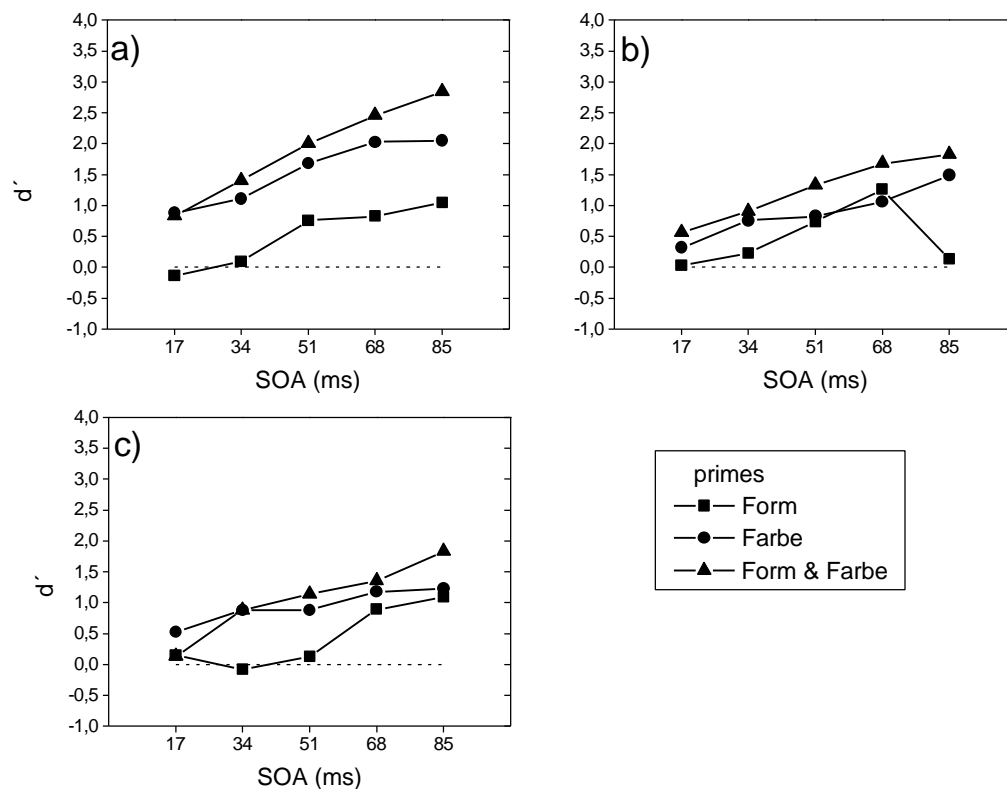


Abb. 46: Klassifikationsleistung, getrennt nach Masken und primes

[a] Formmasken b) Farbmasken c) Farbformmasken]

9.3.3.3. Identifikation

In der Auswertung der Identifikationsreaktion wurde analog zu Versuch III vorgegangen. Wieder wurden die sechs Antwortmöglichkeiten danach klassifiziert, ob die Antwortseite richtig getroffen wurde.

Nach dieser Analyse finden sich die in Abb. 47 dargestellten Daten. Insgesamt liegen die so ermittelten Leistungen höher als die vorher dargestellten, auf die reine Klassifikation zurückgehenden Daten.

Es fällt dabei besonders auf, dass sich zum einen die Farbformprimes weniger stark von den anderen primes absetzen und zum anderen im Falle der Farbformmasken die Farbprimes am schlechtesten maskiert werden. Auch die Formprimes werden schlechter maskiert. Dies steht im Gegensatz zu den priming-Effekten und den in der Klassifikationsreaktion gefundenen Daten.

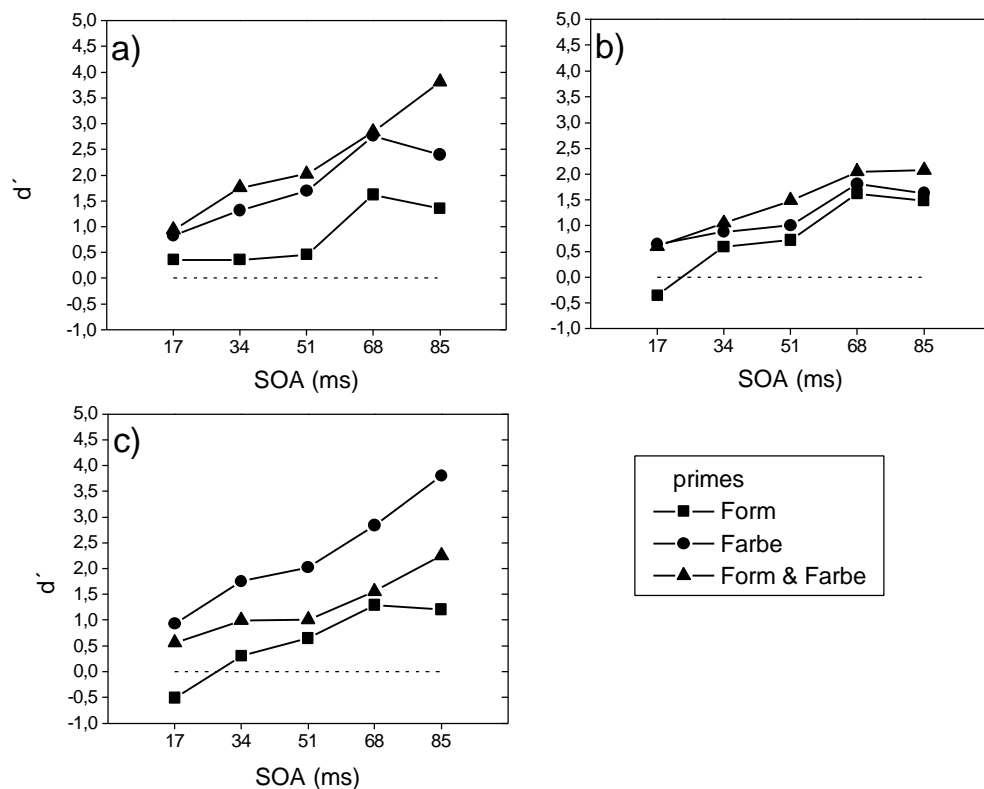


Abb. 47: Klassifikationsleistung der Identifikation, getrennt nach Masken und primes

[a) Formmasken, b) Farbmasksen, c) Farbformmasken]

9.3.3.4. Vergleich der Antworttypen

Die Abb. 48, 49 und 50 vergleichen die Klassifikationsleistungen in der Klassifikationsreaktion und Identifikationsreaktion.

Abb. 48 stellt den gemittelten Vergleich der beiden Aufgaben dar. Es wird deutlich, dass die Klassifikationsraten in der Identifikationsreaktion höher sind. Es ergibt sich also (zumindest in einem Fall) eine Dissoziation zwischen den beiden Antworten auf den prime. Der Unterschied zwischen den Aufgaben (Klassifikation oder Identifikation) wird mit $[F(1,5) = 6,948; p = 0,0462]$ bedeutsam.

Abb. 49 zeigt die Klassifikationsleistungen in den beiden Aufgaben, getrennt nach den Maskentypen. Die Interaktion zwischen der Aufgaben, dem primetyp, dem Maskentyp und dem SOA wird bedeutsam $[F(16,80) = 2,023; p = 0,0211]$.

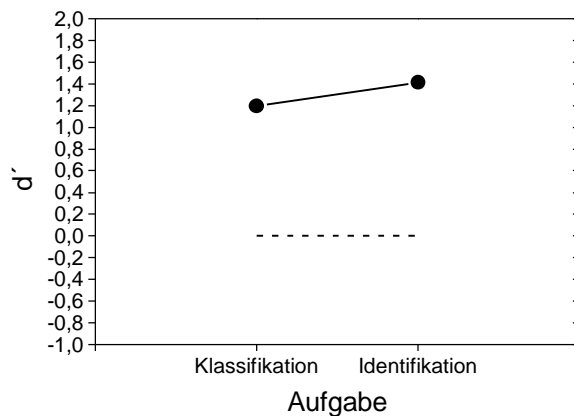


Abb. 48: Vergleich der gemittelten Klassifikationsraten in den beiden Aufgaben

Die verbesserte Leistung in der Identifikationsreaktion geht also vor allem auf die Formfarbmasken zurück

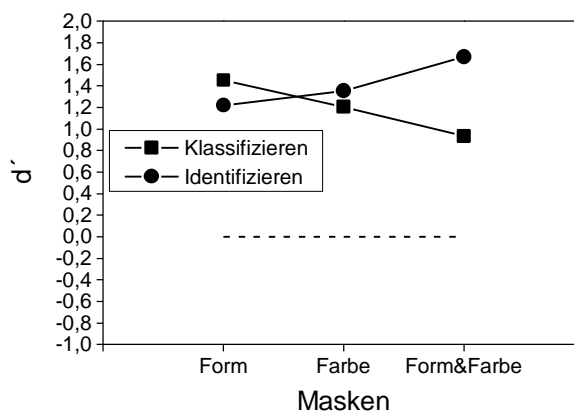


Abb. 49: Klassifikationsleistung in den beiden Aufgabe, getrennt nach Maskentypen

Die Interaktion der Aufgabe mit dem Maskentyp wird mit $[F(2,10) = 20,099; p = 0,0003]$ signifikant. Abbildung 50 stellt die Unterschiede zwischen den Aufgaben, getrennt nach dem SOA dar. Die Interaktion mit dem SOA wird bedeutsam $[F(4,20) = 7,009; p = 0,0011]$. Auch die Interaktion zwischen der Aufgabe, dem Maskentyp und dem SOA wird signifikant $[F(8,40) = 5,676; p = 0,0001]$. Die verbesserte Leistung in der Identifikationsreaktion ist vor allem in den ersten beiden SOA-Stufen zu beobachten.

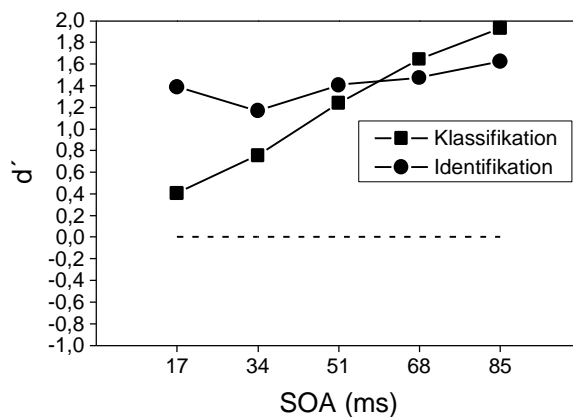


Abb. 50: Klassifikationsleistung in den beiden Aufgaben, getrennt nach SOA

9.4. Diskussion

Die Versuchspersonen zeigen – wie in den vorherigen Versuchen – deutliche priming-Effekte bei einer gleichzeitigen (zumindest teilweise) effektiven Maskierung der primes. Die Maskierung ist allerdings generell schlechter als im Versuch III. Die zeitliche Dynamik der Effekte repliziert (im Mittel) erneut die von Vorberg et al. erhobenen Daten. Dies spricht für die Stabilität des verwendeten Paradigmas.

Ferner zeigt sich auch ein priming-Effekt, wenn prime und Maske unterschiedliche antwortrelevante Merkmalen beinhalten. Dieses **merkmalsunspezifische** priming deutet darauf hin, dass die Antwortaktivierung, die durch den prime angestoßen wird, nicht im Sinne einer spezifischen Merkmalsaktivierung wirksam wird, sondern auf andere Weise erklärt werden muss.

Dieses unspezifische priming funktioniert in beide Richtungen, also von Farbprimes auf Formmasken ebenso wie umgekehrt. Die unterschiedlichen Merkmale führen allerdings zu einer deutlich unterschiedlichen Steigung der priming-Funktion. Es ist fraglich, inwieweit das von Vorberg et al. postulierte Akkumulator-Modell diese geänderten Funktionen erklären kann.

Die Tatsache, dass die Effekte multipler Merkmale in einem prime einen deutlich vergrößerten priming-Effekt bewirken, deutet darauf hin, dass beide Merkmale des primes parallel Aktivierungen anstoßen können, die für die Vorbereitung der Antwortabgabe verwendet werden können. Keines der prime-Merkmale wird hier bevorzugt, sondern beide haben Einfluß. Im Vergleich der Masken sticht allerdings die Farbmaske heraus, bei der keine vergrößerten Effekte durch die Farbformprimes vorliegen. Auch diese Befunde grenzen mögliche Weiterentwicklungen des Akkumulator-Modells ein.

Die Maskierung ist generell schlechter als im Experiment III, was wahrscheinlich auf die unterschiedlichen verwendeten Monitore zurückzuführen ist.

Es zeigt sich im allerdings im Gegensatz zu den beiden bisherigen Versuchen ein Unterschied der Klassifikationsleistung zwischen den beiden Reaktionen auf den prime. Die Probanden können den prime in der Identifikationsaufgabe besser diskriminieren als in der Klassifikationsreaktion. Dies widerspricht den Annahmen von Lachter & Durgin (1999), die bei der komplexeren Sechsfachwahlreaktion schlechtere Leistungen postulieren würden.

Unter Umständen lässt sich die Diskrepanz zwischen den Versuchen III und IV durch die Verwendung der qualitativ unterschiedlichen Monitore (Nachleuchtzeiten) erklären.

10. Allgemeine Diskussion

Die vorliegende Arbeit hat zwei generelle Ziele verfolgt: Auf der einen Seite wurden die Einflüsse selektiver visueller Aufmerksamkeit auf die zeitliche Dynamik der priming-Effekte, die erstmals in der Arbeit von Vorberg et al. dargestellt wurden, untersucht. Auf der anderen Seite war die Methodik der Erhebung der Klassifikationsleistung der Vpn im Rahmen der Metakontrast-Maskierung von Interesse.

10.1. Priming: Einflüsse visueller Aufmerksamkeit?

Im Rahmen von vier Experimenten, die auf der Logik des Vorgehens von Vorberg et al. basieren und weitgehend ähnliches Reizmaterial verwenden, konnte gezeigt werden, dass die priming-Effekte maskierter Reize auf verschiedene Weise durch die Einflüsse visueller selektiver Aufmerksamkeit beeinflussbar sind. Auf der einen Seite kann visuell-selektive Aufmerksamkeit durch die Beachtung eines spezifischen Ortes als **räumlicher Filter** auf die priming-Funktion wirken (Versuch II).

Auf der anderen Seite kann sie durch die Hervorhebung spezifischer Reizmerkmale bzw. Unterdrückung anderer Merkmale eine deutliche Veränderung der Effekte bewirken (Versuch III). Im Großteil der Versuche wurden dabei priming-Funktionen gefunden, die den Funktionen aus den Versuchen von Vorberg et al. sehr ähnlich sind.

Diese Einflüsse selektiver visueller Aufmerksamkeit stehen im krassen Gegensatz zur mangelnden Beeinflussbarkeit der Funktion durch spezifische, aber abstrakte Information, die die Kongruenz der Relation zwischen den Reizen betrifft (Versuch I). Hier kann auch Information, die zu 100 % valide und zeitlich relativ früh vorhersagt, ob ein prime bei der Verarbeitung des Zielreizes helfen oder stören wird, offensichtlich nicht ausgenutzt werden.

Die Einflüsse visueller Aufmerksamkeit zeigen, dass der priming-Effekt auf einer Ebene des visuellen Systems vermittelt werden muss, die durchaus den Einflüssen verschiedener Aufmerksamkeitsmechanismen zugänglich sein muss. Über diese Aussagen hinaus begrenzen die Befunde aus Experiment IV mögliche Aussagen über eine anatomische Lokalisierbarkeit des priming-Effekts. Im weiteren soll die Erklärbarkeit der Daten durch die verschiedenen besprochenen psychologischen und neurophysiologischen Modelle diskutiert werden.

10.1.1. Modelle für den priming-Effekt?

Es stellt sich im Rahmen der vorgestellten Befunde die Frage, inwieweit diese in die besprochenen Modelle integriert werden können bzw. inwieweit eine Revision der Modelle notwendig wird. Das Modell der **direkten Parameterspezifikation** von Neumann (DPS) wurde zur allgemein zur Erklärung einer Dissoziation zwischen den Funktionen des Bewußtseins und der Handlungssteuerung herangezogen und schafft einen Rahmen für die Möglichkeiten der Wirksamkeit maskierter Reize. Im weiteren wurde die **Merkmals-Integrations-Theorie** (MIT) von Treisman (1998) zum Punkt der separaten Verarbeitung verschiedener visueller Merkmale, zur Sonderrolle der räumlichen Aufmerksamkeit und zum Bindungsproblem angesprochen. Das Modell der **getrennten visuellen Verarbeitungspfade** von Milner und Goodale (1995) versucht schließlich eine anatomische Differenzierung der Verarbeitung visueller Informationen zur Handlungssteuerung und zum visuellen Bewusstsein. All diese Modelle sind für Aspekte der hier dargestellten Daten relevant.

10.1.1.1. Die Direkte Parameter-Spezifikation

Die DPS bildet die Rahmenbedingungen für die hier wirksam werdenden Effekte ab. Nur wenn eine Antwort hinreichend stark vorbereitet ist, reicht bereits ein unbewusster Reiz aus, um die entsprechende Handlung vorzubereiten bzw. zu bahnen. Dies ist im Rahmen der einfachen Aufgaben, in denen stets mit wenigen Tasten diskriminativ auf einen visuellen Stimulus reagiert wird, gegeben.

Allerdings finden sich auch vergleichbare priming-Effekte bei der Messung komplexerer Reaktionen, wie etwa Sakkaden zu einer spezifizierten Zielposition (Schwarzbach, 1999). Dies spricht allerdings eher für die Generalisierbarkeit der DPS.

Es sollten jedoch keine priming-Effekte bei der Abgabe unspezifizierter Reaktionen vorliegen. Die DPS gibt zudem einen zeitlichen Rahmen für den Wirkungsgrad der Effekte an. Diese sollten nur in einem begrenzten zeitlichen Bereich (der in den hier vorliegenden Versuchen genutzt wurde) nutz- und messbar sein. Insgesamt stellt die DPS einen theoretischen Rahmen dar, der alle hier dargestellten Befunde erklären kann.

10.1.1.2. Die Merkmals-Integrations-Theorie (MIT)

Die MIT kann durch ihre Annahmen separater Merkmalskarten sehr gut die Aktivierung durch die verschiedenen verwendeten Merkmale erklären. Ein maskierter prime kann eine Aktivierung auf einer der „Merkmalskarten“ bewirken. Diese Aktivierung kann als Vorbereitung für die Verarbeitung der Maske genutzt werden. Sie ist dabei unabhängig von der Lokalisierbarkeit des primes (der in den Versuchen unvorhersagbar an einer von mehreren Positionen erscheinen konnte). Dies entspricht den Ergebnissen aus vielen Versuchen zur visuellen Suche, in dem die Aktivierung durch ein einzeln vorliegendes Merkmal dazu führt, dass ein Reiz unabhängig von der Anzahl der Distraktoren gefunden werden kann. Es finden sich allerdings sowohl Effekte merkmalsbasierter als auch räumlicher Aufmerksamkeit. Die Hervorhebung eines beachteten Bereichs durch die Wirkung eines räumlichen Aufmerksamkeitsmechanismus auf der postulierten „Ortskarte“ kann zwar generell die Befunde aus Versuch II erklären. Die zusammengefassten Befunde aus Versuch II und III widersprechen allerdings zusammen mit der Tatsache, dass Ortsübereinstimmung kein relevantes Merkmal für das Vorliegen von priming-Effekten zu sein scheint, der von Treisman postulierten Sonderrolle des Merkmals Ort.

Schwierig wird es auch bei der Vorhersage der Effekte der Farbformprimes (Versuch IV). Diese haben einen größeren Effekt als Farb- oder Formprimes allein. Diese Daten passen gut zu den Befunden von Wojciulik und Kanwisher (1998), die beim Patienten RM Hinweise für eine implizite Bindung von Merkmalen finden. Die parallele Aktivierung von Objektmerkmalen ist in der MIT zwar vorgesehen, die Theorie sagt aber nichts über die genaue Art des Zusammenwirkens der Merkmale aus. An dieser Stelle müsste das Modell erweitert werden. In diesem Zusammenhang ist besonders das von Vorberg et al. spezifizierte Akkumulator-Modell relevant, das spezifische Vorhersagen zum Verlauf der priming-Funktionen macht.

Treisman weist in ihrer Arbeit von (1998) darauf hin, dass eine Untersuchung impliziter priming-Prozesse neue Perspektiven für die Forschung öffnet. Das Vorgehen und die Daten dieser Versuche passen damit gut zu ihrer Aufforderung.

10.1.1.3. Parallele Verarbeitungspfade (Milner & Goodale, 1995)

Milner & Goodale (1995) bieten eine Möglichkeit für die anatomische Grundlage der Dissoziationseffekte, wie sie in einer Reihe hier beschriebener Arbeiten gezeigt wurden.

Dabei wird allerdings klar, dass zumindest eine strenge Trennung in ausschließlich bewusste Verarbeitung im ventralen Pfad und ausschließlich unbewusste Verarbeitung im dorsalen Pfad nicht aufrechterhalten werden kann.

Gegen diese Annahme sprechen eine Reihe von Befunden. Zum einen verarbeitet der dorsale Pfad nicht unbedingt die Forminformation, wie sie in den hier vorgestellten Maskierungsversuchen zum priming verwendet wurde. Zum anderen liegen eine Reihe von Befunden zum priming durch Farbe vor (Schmidt, 2000; diese Arbeit, Versuch III und IV). Dabei ist die spezifische Verarbeitung von Farbmerkmalen nicht im dorsalen Pfad lokalisiert.

Zum dritten finden sich priming-Effekte maskierter Reize auch, wenn die Modalität von prime und Antwort deutlich nicht übereinstimmen (Ansorge et al. 1998, Vorberg, pers. Mitteilung). Bei Ansorge et al. (1998) haben die primes durch ihre Form auf eine Antwort hingewiesen, aber die Vpn durch die Worte „links“ und „rechts“ auf die Maske antworten müssen. In Experiment IV fanden sich schließlich priming-Effekte durch deutlich verschiedene Reizmerkmale in prime und Maske.

Diese Befunde passen nicht zu der Annahme, dass die priming-Effekte durch ein Subsystem vermittelt werden, das spezialisiert für die Vorbereitung von motorischen Aktionen (Objektmanipulationen) zuständig ist. Der Effekt der maskierten Reize ist anscheinend nicht beschränkt auf spezielle motorische Reaktionen bzw. spezielle Reiz-Reaktions – Kombinationen, sondern scheint ein generelleres Funktionsprinzip darzustellen. Man könnte auf die ersten beiden dargestellten Kritikpunkten entgegnen, dass Zellen existieren, die sehr früh (vor einer Aufgliederung der zwei genannten Pfade) in der visuellen Verarbeitung Form- und auch Farbinformationen verarbeiten können (Leventhal et al, 1995) und diese Aktivierung dann auf den dorsalen Weg weiterleiten.

Dem dritten Kritikpunkt ist allerdings entscheidend schwieriger zu begegnen. Hier kann aber die Annahme massiver Interaktionen zwischen den Verarbeitungspfaden weiterhelfen. Zudem kann man einen Einfluß präfrontaler Areale (Fuster, 1997) annehmen, die etwa im Rahmen der verschiedenen Aufgabenkontexte (Versuch III) Reiz-Reaktions-Kopplungen im Rahmen des Arbeitsgedächtnisses repräsentieren und die verschiedenen Aktivierungen bzw. deren Unterdrückung in anderen Arealen des Gehirns beeinflussen. Zwei Befunde der hier vorgestellten Versuche grenzen Aussagen über eine mögliche Lokalisation der priming-Effekte ein.

1. Ortsvariation: Ein Veränderung des Erscheinungsortes zwischen prime und Maske ändert die priming-Funktion kaum. Geht man von einer graduellen Veränderung der rezeptiven Feldgrößen im Verlauf der visuellen Verarbeitung im Cortex aus (Bar & Biederman, 1999; Zeki, 1993), können die Effekte hier nicht von frühen Stufen vermittelt werden, denn in diesem Fall würden prime und Maske nicht vom gleichen Einzugsbereich verarbeitet werden.

Die Zeit zwischen prime und Maske ist für eine Blickbewegung zu kurz. Die Befunde sprechen dafür, dass die Effekte eher auf einer Ebene anzusiedeln sind, die aus größeren rezeptiven Einzugsbereichen Informationen zieht, etwa dem inferotemporalen Cortex. Dies würde allerdings wieder gegen die einfachen Annahmen von Milner & Goodale (1995) sprechen.

2. Merkmalsvariation: Eine Veränderung des antwortrelevanten Merkmals zwischen prime und Maske ändert die priming-Funktion nicht qualitativ. Auch wenn der prime durch seine Farbe die Antwort angibt und die Maske dies durch ihre Form macht, finden sich ansteigende priming-Effekte. Die leichte Variation der Steigung lässt sich durch die in psychophysischen Studien (Moutoussis & Zeki, 1997a, 1997b) gefundenen Unterschiede in der Verarbeitungsgeschwindigkeit der Merkmale Farbe und Form erklären. Diese Daten sprechen dafür, dass priming hier nicht allein durch die Aktivierung der spezifischen Verarbeitungsareale vermittelt werden kann. Wahrscheinlicher ist entweder eine Kooaktivierung dieser Areale, etwa durch rückwirkende Verbindungen aus dem präfrontalen Cortex angestoßen, oder eine Aktivierung von Assoziationsarealen, die durch beide Merkmale gleichermaßen aktiviert werden können. Auch die zusammenwirkenden Effekte der Merkmale sprechen für eine dieser Lösungen.

10.2. Maskierung

10.2.1. Unbewusste Effekte?

Ein strittiger Punkt in der Erforschung unbewusster Wahrnehmungsprozesse liegt darin, dass lange Zeit „echte“ Existenzbeweise für das reale Vorliegen solcher Effekte gesucht worden. Das bedeutet, beim Vorliegen von Nullsensitivität auf dem einen Maß dennoch im Rahmen des anderen Maßes Effekte von Reizen zu finden.

Dieses Ansinnen wurde von den verschiedensten Forschern entweder grundsätzlich (Merikle & Reingold, 1998) oder aufgrund spezifischer methodischer Problemen (Eriksen, 1960; Holender, 1986) kritisiert. Diese Arbeit versucht zu diesem Dilemma Stellung zu nehmen. Dabei lassen sich auf drei Ebenen Aussagen über den Zusammenhang der priming-Effekte zur Bewusstheit der Reize machen.

1. Zumindest im Versuch II konnte anhand einer über das SOA weitgehend flach verlaufenden SOA-Funktion deutlich gemacht werden, dass hier (überwiegend) unbewusste Effekte vorliegen. Gleichzeitig fanden sich bedeutsame priming-Effekte. Dies stellt den klassischen Existenzbeweis dar, der allerdings bereits von etlichen Untersuchern präsentiert wurde. Dieser Ansatz ist jedoch – wie besprochen – vielfältig kritisiert worden.

Selbst wenn man das Vorgehen als methodisch sauber und die Maße als adäquat betrachtet, könnte man sich dem kritischen Standpunkt von Merikle und Reingold (1998) anschließen und behaupten, die verglichenen Maße, etwa der priming-Effekt (in ms) und die Diskriminierbarkeit der Reize (als d' - Rate) sind aufgrund der unterschiedlichen Skalen nicht oder nur unzureichend vergleichbar.

Aus diesem Grund ist ein Vergleich der gefunden Funktionen der Maße über das SOA hilfreich. Dieser unterliegt beim Befund dissoziierbarer Funktionen nicht der prinzipiellen Kritik.

2. Im Rahmen von Versuch I fanden sich, analog zur Untersuchung II von Vorberg et al. durch die verschiedenen Masken deutlich verschiedene Maskierungsfunktionen bei gleichzeitig nahezu unveränderten priming-Funktionen.

Dies repliziert den Befund der vom Bewusstsein unabhängigen priming-Effekte aus Untersuchung 2 von Vorberg et al. und stellt eine Dissoziation von priming- und Maskierungsdaten auf der Ebene von Funktionen dar.

Damit sollte auch die angesprochene Kritik an der verwendeten Metrik entsprechend beantwortet sein. Darüber hinaus stellen die Daten nicht bloß eine weitere Demonstration unbewusster Effekte dar, sondern demonstrieren vielmehr durch den Vergleich der verwendeten Bedingungen genaue zeitliche und funktionelle Charakteristiken der Effekte. Damit geht diese Arbeit über bisherige Ansätze hinaus.

3. Eine weitere Möglichkeit zur Dissoziation direkter und indirekter Effekte, die allerdings im Rahmen dieser Arbeit nicht genutzt wurde, ist die Trennung der Vpn in Gruppen, die sich in der Klassifikationsleistung der maskierten Reize unterscheiden. Im Idealfall können hier zwei homogene Gruppen gebildet werden, von denen die eine gut und die andere schlecht diskriminieren kann. Für diese beiden Gruppen können die priming-Effekte in der Folge separat analysiert werden.

Dieser Ansatz wurde in dieser Arbeit nicht verfolgt, man kann jedoch in Anlehnung an bisherige unveröffentlichte Arbeiten (Vorberg; Mattler, pers. Mitteilung.) davon ausgehen, dass die priming-Funktion dieser beiden Vpn-Gruppen trotz deutlich unterschiedlicher Maskierwirkung nahezu identisch verläuft. Unabhängig davon, ob der prime gut oder schlecht diskriminiert werden kann, zeigt er sehr vergleichbare Wirkungen. Dieser Befund stützt die Annahme, dass die Bewusstheit der primes für ihre Wirkung vollkommen unerheblich ist.

In den weiteren Versuchen (III / IV) fanden sich z.T. deutlich unterschiedliche Maskierungswirkungen für die verschiedenen Bedingungen, was vor allem auf den Einsatz der verschiedenen Farben zurückgeht. Hier ist davon auszugehen, dass streng genommen sicher eine Mischung aus unbewussten und bewussten Effekten vorliegt.

Insgesamt gesehen kann gesagt werden, dass im Rahmen eines Paradigmas (Metakontrast-maskiertes priming) durch verschiedene experimentelle Manipulationen und Auswertungsmöglichkeiten nicht nur priming ohne Bewusstsein demonstriert worden ist, sondern zudem die Unabhängigkeit der Effekte vom Bewusstsein aufgezeigt worden sind.

10.2.2. Methodik

Ein grundlegender methodischer Anspruch der Arbeit betrifft den Versuch, durch den Einsatz verschiedener Maße eine Verbesserung der Aussagen zum Ausmaß der Bewusstheit der Probanden über die präsentierten Reize zu erlangen.

Die Analyse zweier verschiedener Maße, der Klassifikation und der Identifikation des primes, schien hier zunächst vielversprechend. Der mögliche Einfluss der Komplexität des Urteils (Lachter & Durgin, 1999) auf die Klassifikationsleistung kann so untersucht werden. Es fanden sich in den zwei durchgeführten Untersuchungen allerdings keine eindeutigen Effekte. Während in Versuch III kein Unterschied zwischen den Aufgaben gefunden werden konnte, zeigt sich ein solcher im Versuch IV. Die Diskriminationsleistung war im Rahmen der Identifikationsreaktion etwas erhöht.

Allerdings liegt die Klassifikationsleistung im letzteren Versuch auch generell höher. Diese Tatsache, die wahrscheinlich auf die Verwendung unterschiedlicher Monitore zurückzuführen ist, hat möglicherweise mit dem hier gefundenen Unterschied zu tun. Dies könnte etwa bedeuten, dass ein Unterschied verschiedener Maße sich unter Umständen nur in einem Bereich abspielen kann, der ohnehin bedeutsam oberhalb einer bestimmten Klassifikationsfähigkeit liegt.

Die Identifikationsreaktion braucht unter Umständen ein „Mehr“ an interner Repräsentation, um sich wirklich im positivem Sinne von der Klassifikationsreaktion absetzen zu können. Wenn diese Informationen allerdings nicht in ausreichendem Maße vorhanden sind, bleibt hier dieselbe Information, die auch in der einfachen Klassifikationsreaktion genutzt wird und deshalb kann auch kein Unterschied zwischen den Antworten erwartet werden. Es wäre für zukünftige Experimente wünschenswert, genau diesen Punkt möglichst parametrisch zu variieren, um den Zusammenhang zwischen interner Repräsentation und der Zugriffsmöglichkeit auf diese auf der einen Seite, und der Komplexität und Latenz der Reaktion auf der anderen Seite besser zu verstehen.

11. Zusammenfassung

Die Suche nach einem Existenzbeweis für das Vorliegen unbewusster Prozess in der menschlichen Wahrnehmung ist ein seit langem ausgesprochen umstrittenes Thema in der Erforschung kognitiver Prozesse. Im Rahmen dieser Arbeit wird zunächst systematisch ein relevanter Teil der bisherigen Forschung zum Thema dargestellt und anschließend zu den eigenen empirischen Arbeiten übergeleitet.

Im Rahmen von vier eigenen Experimenten werden daraufhin im Rahmen des Dissoziationsansatzes die Effekte effektiv maskierter visueller primes auf einfache motorische Reaktionen untersucht. Ausgehend von der Annahme, dass unbewusste Effekte visueller Reize existieren, sollten ihre spezifischen Charakteristiken näher untersucht werden. Dabei stand insbesondere Frage im Vordergrund, ob sie - ähnlich wie bewusst verarbeitete Reize - durch Prozesse selektiver visueller Aufmerksamkeit beeinflussbar sind.

Ein Ausgangspunkt stellt dabei die Arbeit von Vorberg, Mattler, Heinecke, Schmidt & Schwarzbach (in Vorb.) dar. Diese fanden priming-Effekte maskierter visueller primes auf motorische Reaktionen, die zudem spezifische zeitliche Charakteristiken aufzeigten. Sie stiegen linear mit dem SOA zwischen dem prime und der Maske an. Diese priming-Funktion nahm eine Steigung zwischen 1 und 2 an und erwies sich als unabhängig von der Bewusstheit der Reize. Im Rahmen dieser Arbeit wurde zudem ein mathematisches Modell (Akkumulator-Modell) zur Erklärung der priming-Funktionen aufgestellt. Durch das Vorliegen verschiedener Funktionen für Maskierungs- und priming-Prozesse konnten zudem auch generelle methodische Kritikpunkte am Dissoziationsansatz, wie sie etwa von Merikle & Reingold (1998) vorgebracht wurden, abgewiesen werden.

In den eigenen Experimenten wurde zunächst eine Replikation der Studie von Vorberg et al. angestrebt. Es fanden sich (Versuch I) bei Verwendung effektiver und ineffektiver Masken trotz deutlich unterscheidbarer Maskierungsfunktionen nahezu identische priming-Funktionen. Dies untermauert die Unabhängigkeit der Effekte vom Bewusstsein.

In den folgenden beiden Versuchen zeigte sich, dass priming-Effekte durch die Funktionen selektiver visueller Aufmerksamkeit im räumlichen (Versuch II) als auch merkmalsbasierten Sinn (Versuch III) beeinflussbar sind. Es wurden dabei Farbe und Form der Reize als priming-Merkmale verwendet, um eine Konzentration der Aufmerksamkeit auf ein spezifisches Reizmerkmal (Form oder Farbe) zu ermöglichen. Im Rahmen von Exp. IV wurde das Zusammenwirken dieser Merkmale ohne den Einfluss selektiver Aufmerksamkeit untersucht. Diese Befunde werden im Rahmen eines einflussreichen psychologischen Modells zur Wirkung selektiver Aufmerksamkeit (Merkmals-Integrations-Theorie von Treisman, 1998) diskutiert.

Als Nebenfund stellte sich heraus, dass priming-Effekte sowohl über reine Form- als auch über Farbmerkmale vermittelbar sind (Versuch IV). Zudem bewirkt ein Zusammenspiel der Merkmale im prime eine nicht von der Additivität abweichende Verschiebung der priming-Funktion.

Die dargestellten Effekte lassen eine anatomisch-physiologische Erklärung der priming-Effekte zumindest im Rahmen des einfachen Modells von Milner & Goodale (1995) fragwürdig erscheinen und geben Anlass für eine Weiterentwicklung des Akkumulator - Modells von Vorberg et al.. Es wird angenommen, dass die hier gefundenen priming-Effekte nicht ausschließlich auf Ebene der Verarbeitung spezifischer Merkmale erzeugt werden, sondern dass zumindest die prinzipielle Möglichkeit eines Einflusses weiterer Verarbeitungsareale bestehen muss. Dabei sind sowohl parietale als auch frontale Areale mögliche Kandidaten. Erstere sollten die Vermittlung selektiver räumlicher Aufmerksamkeit (Versuch II) modulieren, letztere sollten eine Rolle bei der dynamischen Gestaltung eines Aufgabenkontextes spielen (Versuch III).

Die gefundenen priming-Effekte sind auf der einen Seite sehr stabil und durch verschiedenen Veränderungen des Paradigmas kaum modulierbar. Auch ein Vorwissen über die Reize (Versuch I) verändert die Funktionen nicht. Auf der anderen Seite reagieren sie aber sehr empfindlich auf bestimmte Variationen des Aufgabenkontextes, wie sie etwa in Versuch II und III vorgenommen wurden. Diese Einflüsse liegen allerdings stets auf der Ebene der deutlich sichtbaren Reize (Masken). Eine direkte Einflussnahme auf die maskierten primes selbst (Versuch I) scheint zumindest in dem hier verwendeten zeitlichen Rahmen nicht möglich zu sein.

Die hier dargestellten priming-Effekte scheinen in Zusammenfassung aller bisherigen Befunde einen sehr generellen Verarbeitungsmechanismus unseres Gehirns aufzuzeigen, der nicht einen Sonderfall, sondern die Regel darstellt. Eine genauere anatomische Lokalisation der Effekte, die sich möglicherweise je nach Paradigma auf viele verschiedene Gehirnareale erstrecken wird, kann allerdings erst durch den Einsatz neuerer bildgebender Verfahren ermöglicht werden. Es wird also der weiteren Forschung überlassen bleiben, die letztendlichen Grenzen der Effekte maskierter primes und ihre exakte Lokalisierbarkeit aufzuzeigen.

12. Literatur

- Adams, J. K.(1957). Laboratory studies of behavior without awareness. *Psychological Bulletin*, 54, 383-405
- Allport, D.A. (1988) What concept of consciousness? In A.J. Marcel und E. Bisiach (Hrsg.). *Consciousness in contemporary science*, (S. 159-182). Oxford: Oxford University press.
- Alpern, M. (1953). Metacontrast. *Journal of the optical society of America*, Vol. 43, No. 8, 648 - 657.
- Ansorge, U., Klotz, W. und Neumann, O. (1998). Manual and verbal responses to completely masked (unreportable) stimuli: Exploring the conditions for the metacontrast dissociation. *Perception*, 27, 1177-1189.
- Baizer, J.S., Ungerleider, L.G. & Desimone, R. (1991). Organisation of visual inputs to the inferior temporal and posterior parietal cortex in macaques. *Journal of Neuroscience*, 11, 168-190.
- Balota, D.A. (1983). Automatic semantic activation and episodic memory encoding. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 22, 88-104.
- Bar, M. & Biederman, I. (1999). Localizing the cortical region mediating visual awareness of object identity. *Proceedings of the National Academy of Sciences. USA*. 96 (4): 1790-1793
- Battersby, W.S. & Wagmann, I.H. (1962). Neural limitations of visual excitability: IV. Spatial determinants of retrochiasmal interaction. *American Journal of Physiology*, 203, 359-365.
- Bernstein, I.H., Amudson, V.E. & Schurman D. L. (1973). Metacontrast inferred from reaction time and verbal report: Replication and comment on the Fehrer - Biederman experiment. *Journal of Experimental Psychology*, 100, 195-201.
- Block, N. (1996). How can we find the neural correlates of consciousness? *Trends in Neurosciences*, 19 (11), 456-459.
- Breitmeyer, B. G. (1984). *Visual masking: An integrative approach*. Oxford: Oxford University Press.

- Breitmeyer, B.G. & Ganz, L. (1976). Implications of sustained and transient channels for theories of visual pattern masking, saccadic suppression, and information processing. *Psychological Review*, 83, 1 - 36.
- Breitmeyer, B. G., May, J. G. & Heller, S. S. (1991). Metacontrast reveals asymmetries at red - green isoluminance. *Journal of the optical society of America*, 8, 1324 - 1329
- Breitmeyer, B.G. & Williams, M.C. (1990). Effects of isoluminant-background color on metacontrast and stroboscopic motion: interactions between sustained (P) and transient (M) channels. *Vision Research*, 30 (7), 1069-1075.
- Breitmeyer, B.G. & Williams, M.C. (1991). Effects of isoluminant background color on metacontrast and stroboscopic motion: interaction between sustained (P) and transient (M) channels. *Vision research* 30: 1069 -1075.
- Bridgeman, B. (1978). Distributed sensory coding applied to simulations of iconic storage and metacontrast. *Bulletin of Mathematical Biology*, 40, 605-623.
- Bridgeman, B. (1980). Temporal response characteristics of cells in monkey striate cortex measured with metacontrast masking and brightness discrimination. *Brain Research* 196, 346-364.
- Bridgeman, B. (1986). Relations between the physiology of attention and the physiology of consciousness. *Psychological Research*, 48 (4), 259-266.
- Bridgeman, B. (1988). Visual evoked potentials: concomitants in late components. *Perception & Psychophysics*, 43 (4), 401-403.
- Bundesen, C. (1990). A theory of visual attention. *Psychological Review* , 97, 523-547.
- Carey, D.P., Harvey, M. & Milner, A.D. (1996). Visuomotor sensitivity for shape and orientation in a patient with visual form agnosia. *Neuropsychologia*, 34, 329 - 337.
- Cavanagh, P. & Anstis, S. (1991). The contribution of color to motion in normal and color-deficient observers. *Vision Research*, 31 (12), 2109-48.
- Cheesman, J. & Merikle, P.M. (1984). Priming with and without awareness. *Perception & Psychophysics*. 36(4), 387-95.
- Cheesman, J. & Merikle, P.M. (1985). Word recognition and consciousness. In D. Besner, T.G. Waller, and G.E. MacKinnon (Eds.). *Reading research: Advances in theory and practice*, 311-352. New York Academic Press.

- Cheesman, J. & Merikle, P.M. (1986). Distinguishing conscious from unconscious processes. *Canadian Journal of Psychology*, 40 (4), 343-367.
- Corbetta, M., Miezin, F.M., Dobmeyer, S., Shulman, G.L. & Petersen, S.E. (1990). Attentional modulation of neural processing of shape, color and velocity in humans. *Science*, 248, 1556-1559.
- Corbetta, M., Miezin, F.M., Shulman, G.L. & Petersen, S.E. (1993). A PET study of visuospatial attention. *Journal of Neuroscience*, 13, 1202-1226.
- Crick, F. (1984). Function of the thalamic reticular complex: The searchlight hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences. USA*, 81 (14), 4586-4590.
- Crick, F. & Koch, C. (1995). Are we aware of neural activity in the primary visual cortex? *Nature*, 375 (6527), 121-123.
- Crick, F. & Koch, C. (1998). Consciousness and neuroscience. *Cerebral Cortex*, 8(2), 97-107.
- Damasio, A., Yamada, T., Damasio, H., Corbett, J. & McKee, J. (1980). Central achromatopsia: behavioral, anatomic and physiologic aspects. *Neurology*, 30(10), 1046-1071.
- DeSchepper, B. & Treisman, A. (1996). Visual memory for novel shapes: implicit coding without attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 22 (1), 27-47.
- Dixon, N.F. (1971). *Subliminal perception*. McGraw - Hill.
- Dixon, N.F. (1981). *Preconscious processing*. Chichester: Wiley.
- Duncan, J. (1985). Two techniques for investigating perception without awareness, *Perception and Psychophysics*, 38(3), 296-8
- Duncan-Johnson, C.C. (1981). P300 latency: A new metric of information processing. *Psychophysiology*, 18, 493-513.
- Egely, R., Driver, J. & Rafal, R.D. (1994). Shifting visual attention between objects and locations: Evidence from normal and parietal lesion subjects. *Journal of Experimental Psychology: General*. 123 (2), 161-177.
- Erdelyi, M.H. (1985). *Psychoanalysis: Freuds cognitive psychology*. W.H. Freeman.

- Erdelyi, M.H., Finke, J. & Feigin-Pfau, M.B. (1989). The effect of response bias on recall preference, with some observations on processing bias. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118 (3), 245-54
- Eriksen, C.W. (1960). Discrimination and learning without awareness: A methodological survey and evaluation. *Psychological Review*, 67, 279-300.
- Eriksen, C.W. (1995). The flanker task and response competition: A useful tool for investigating a variety of cognitive problems. *Visual Cognition*, 2, 101-118.
- Evarts, E. & Fromm, C. (1978). The pyramidal tract neuron as summary point in a closed-loop control system in the monkey. In J.E.Desmedt (Ed.), *Progress in ClinicalNeurophysiology*, Vol. 4. Basel: Karger.
- Fehrer, E. & Biederman, I. (1962). A comparison of reaction time and verbal report in the detection of masked stimuli. *Journal of Experimental Psychology*, 64, 126-130
- Fehrer, E. & Raab, E. (1962). Reaction time to stimuli masked by metacontrast. *Journal of Experimental Psychology*, 63, 143-147
- Fiorentino, A. & Maffei, L. (1970). Transfer characteristics of excitation and inhibition in the human visual system. *Journal of Neurophysiology*, 33, 285-292.
- Fox, E. (1995). Pre-cueing target locations reduces the interference but not negative priming from visual distractors. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 48 (1), 26-40.
- Francis, G. (1997). Cortical dynamics of lateral inhibition: metacontrast masking. *Psychological Review*, 104 (3), 572-594.
- Freud, S. (1961). *The interpretation of dreams*. (J.Strachey, Ed. and Trans.). New York: Wiley.
- Friedman-Hill, S. R., Robertson, L. C. & Treisman, A. (1995). Parietal contributions to visual feature binding: Evidence from a patient with bilateral lesions. *Science*, 296, 853-855.
- Fry, G.A. (1934). Depression of the activity aroused by a flash of light by applying a second flash immediately afterwards to adjacent areas of the retina. *American Journal of Physiology*, 108, 701 - 707.
- Fuster, J.M. (1997). Network memory. *Trends in Neurosciences*. 20 (10), 451-459.
- Goodale, M.A. & Milner, A.D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neurosciences*, 15 (1), 20-25.

- Goodin, D.S. & Aminoff, M.J. (1984). The relationship between the evoked potential and brain events in the sensory discrimination and motor response. *Brain*, 107, 241-251.
- Greenwald, A.G., Klinger, M.R. & Schuh, E.S. (1985). Activation of marginally perceptible („subliminal“) stimuli: dissociation of unconscious from conscious cognition.. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124 (1), 22-42.
- Groeger, J.A. (1984). Evidence of unconscious semantic processing from a forced error situation. *British Journal of Psychology*, 75 (3), 305-314.
- Groeger, J.A. (1988). Qualitatively different effects of undetected and unidentified auditory primes. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40A, 323-339.
- Grossberg, S. & Mingolla, E. (1985). Neural dynamics of perceptual grouping. textures, boundaries and emergent segmentations. *Perception & Psychophysics*, 38 (2), 141-171.
- Held, B (1997). *Conscious perception and the initiation of motor responses: Dissociations between perception and action*. Unveröffentlichte Dissertationsschrift. Birkbeck College. London.
- Hernandez, L.L. & Lefton, L.A. (1977). Metacontrast measured under a signal detection model. *Perception*, 6 (6), 695-702.
- Holender, D. (1986). Semantic activation without conscious identification in dichotic listening, parafoveal vision and visual masking: A survey and appraisal. *Behavioral and Brain Sciences*, 9, 1-66.
- Jacoby, L.L. (1991). A process dissociation framework: Separating automatic from intentional uses of memory. *Journal of Memory and Language*, 30, 513-541.
- James, W. (1890). *Principles of psychology*. NY: Holt.
- Jeffreys, D.A. & Musselwhite, M.J. (1986). A visual evoked potential study of metacontrast masking. *Vision Research*, 26 (4), 631-642
- Kahneman, D. (1967). An onset - law for one case of apparant motion and metacontrast. *Perception and Psychophysics*, 2, 577-584.
- Kahneman, D. (1968). Methods, findings and theory in in studies of visual masking, *Psychological Bulletin*, 70, 404-425.

- Klotz, W. & Wolff, P. (1995). The effect of a masked stimulus on the response to the masking stimulus. *Psychological research*, 58: 92 - 101.
- Klotz, W. & Neumann, O. (1999). Motor activation without conscious discrimination in metacontrast masking. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25 (4), 976-992.
- Kunst-Wilson, W.R. & Zajonc, R.B. (1980). Affective discrimination of stimuli that cannot be recognized. *Science*, 207 (4430), 557-558.
- Lachter, J. & Durgin, F. (1999). Metacontrast masking functions: A question of speed? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25 (4), 936-947
- Leuthold, H. & Kopp, B. (1998). Mechanisms of priming by masked stimuli: Inferences from event-related potentials. *Psychological Science*, 9, 263-269
- Leventhal, A.G., Thompson, K.G., Liu, D., Zhou, Y. & Ault, S.J. (1995). Concomitant sensitivity to orientation, direction, and color of cells in layers 2, 3 and 4 of monkey striate cortex. *Journal of Neuroscience*, 15, 1808-1818.
- Libet, B. (1965). Cortical activation in conscious and unconscious experience. *Perspectives in Biological Medicine*, 9 (1), 77-86.
- Libet, B, Wright, E.W., Feinstein, B., Pearl, D.K., (1979). Subjective referral of the timing for a conscious sensory experience: a functional role for the somatosensory specific projection system in man. *Brain*, 102(1), 193 - 224
- Macknik, S.L. & Livingstone, M.S. (1998) Neuronal correlates of visibility and invisibility in the primate visual system. *Nature Neuroscience*, 1(2), 144-149
- MacMillan, N.A. & Creelman, C.D. (1991). *Detection theory – A user's guide*. Cambridge university press.
- Mandler, G., Nakamura, Y., Van Zandt, B.J.S. (1987). Nonspecific effects of exposure conditions on stimuli that cannot be recognized. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 13 (4), 646-648.
- Marcel, A. (1983a). Conscious and unconscious perception: Experiments on visual masking and word recognition. *Cognitive psychology*, 15, 197-237.

- Mayzner, M.S., Tresselt, M.E. & Helfer, M.S.A. (1967). A provisional model of visual information processing with sequential inputs. *Psychonomic Monograph Supplements*, 2, 91-108.
- McCauley, C., Parmelee, C.M., Sperber, R.D. & Carr, T.H. (1980). Early extraction of meaning from picture and its relation to conscious identification. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 6, 265 - 276.
- Meadows, J.C. (1974). Disturbed perception of colors associated with localized cerebral lesions. *Brain*, 97 (4), 615-632.
- Merikle, P.M. (1982). Unconscious perception revisited. *Perception and Psychophysics* 31, 298-301
- Merikle, P.M. (1984). Toward a definition of awareness. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 22, 449-450.
- Merikle, P.M. & Reingold, E. (1990). Recognition and lexical decision without detection: Unconscious perception? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 574-583.
- Merikle, P.M. & Joordens, S. (1997). Parallels between perception without attention and perception without awareness. *Consciousness and Cognition*, 6 (2-3), 219-236.
- Merikle, P.M. & Reingold, E. (1998). On demonstrating unconscious perception. Comment on Draine & Greenwald (1998). *Journal of Experimental Psychology: General*, 127 (3), 304-310.
- Merikle, P.M. & Daneman, E. (1998). Psychological investigations of unconscious perception. *Journal of Consciousness Studies*, 5 (1), 5-18.
- Milner, A.D. & Goodale, M.A. (1995). The visual brain in action. Oxford: Oxford university press.
- Moutoussis, K. & Zeki, S. (1997a). A direct demonstration of perceptual asynchrony in vision. *Proceedings of the Royal Society . London, B, Biological Science*. 264 (1380), 393-399.
- Moutoussis, K. & Zeki, S. (1997b). Functional segregation and temporal hierarchy of the visual perceptive systems. *Proceedings of the Royal Society . London, B, Biological Science*. 264 (1387), 1407-1414.

- Münsterberg, H. [1889] (1990). Beiträge zur experimentellen Psychologie, Heft 1: Über willkürliche und unwillkürliche Vorstellungsverbindungen. Wieder erschienen in H. Hildebrandt und E. Scheerer (Hrsg.) *Hugo Münsterberg. Frühe Schriften*. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. New York. Appleton-Century-Crofts.
- Neumann, O. (1978). *Visuelle Aufmerksamkeit und der Mechanismus des Metakontrasts*. Erweiterte Fassung eines Referats auf dem 31. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie, Mannheim, 17. - 21.09.1978.
- Neumann, O. (1989a). Kognitive Vermittlung und direkte Parameterspezifikation. Zum Problem mentaler Repräsentation in der Wahrnehmung. *Sprache und Kognition*, 8, 32-49.
- Neumann, O. (1990a). Direct parameter specification and the concept of perception. *Psychological Research*, 52, 207- 15.
- Neumann, O. & Klotz, W. (1994). Motor responses to nonreportable, masked stimuli: Where is the limit of direct parameter specification? In M. Moscovitch & C. Umiltà (Eds.). *Attention & Performance XV: Conscious and nonconscious information processing*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Nolan, K.A. & Caramazza, A. (1982). Unconscious perception of meaning: A failure to replicate. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 20, 23-26.
- Popper, K. & Eccles, J. (1977). *The self and its brain*. LEA
- Posner, M.I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32 (1), 3-25.
- Posner, M.I. & Petersen, S.E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42.
- Reason, J. (1978). Actions as not planned. The price of automatisations. In G. Underwood und R. Stevens (Hrsg.). *Aspects of consciousness*. Vol .1. London: Academic press.
- Reason, J. (1984). Lapses of attention. In R. Parasuraman & D.R. Davies (Hrsg.). *Varieties of attention*. London: Academic press.
- Reingold, E. & Merikle, P.M. (1988). Using direct and indirect measures to study perception without awareness. *Perception and Psychophysics*, 44, 563 - 575.

- Reingold, E. M. & Merikle, P. M. (1990). On the inter-relatedness of theory and measurement in the study of unconscious processes. *Mind and Language*, 5, 9-28.
- Ritter, W., Simson, R. & Vaughan, H.G. (1972). Association cortex potentials and reaction time in auditory discrimination. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 33 (6), 547-555.
- Schiller, P.H. (1969). Behavioral and electrophysiological studies of visual masking. In K.N. Leibovic (Ed.). *Information processing in the nervous system*, 141-165. Berlin: Springer.
- Schiller, P.H. & Smith, M. C. (1966). Detection in metacontrast. *Journal of Experimental Psychology*, 71, 32-39
- Schmidt, T. (2000). Visual perception without awareness: Priming responses by color. In T. Metzinger (Hrsg.) *Neural correlates of consciousness*. MIT press.
- Schneider, W. (1988). *Micro Experimental Laboratory*. (MEL).
- Schneider, W.X. (1998). An introduction to „Mechanisms of Visual Attention: A Cognitive Neuroscience Perspective“. *Visual Cognition*, 5 (1 / 2), 1-8.
- Schneider, W.X. (1999). Visual spatial working-memory, attention and scene representation: A neuro-cognitive theory. *Psychological Research*, 62, 220-236.
- Schwarzbach, J. (1999). Priming of eye movements. Unveröffentlichte Dissertation. Institut für Psychologie. Technische Universität Braunschweig.
- Sereno, M.I., Dale, A.M., Reppas, K.B., Kwong, K.K., Belliveau, J.W., Brady, T.J., Rosen, R.B. & Tootell, R.B. (1995). Borders of multiple visual areas in humans revealed by functional magnetic resonance imaging. *Science*, 268 (5212), 889-893.
- Shiffrin, R.M. & Schneider, W. (1984). Automatic and controlled processing revisited. *Psychological Research*, 91 (2), 269-276.
- Sidis, B. (1898). *The psychology of suggestion*. New York: Appleton and company.
- Stigler, R. (1910). Chronophotische Studien über den Umgebungskontrast. *Pflügers Archiv für die gesamte Psychologie*, 134, 365 - 435.
- Stroh, M.A., Shaw, M. & Washburn, M.F. (1908). „A study of guessing“. *America Journal of Psychology*. 19, 243-245.

- Stroop, J.R. (1935). Studies of interferences in serial verbal reaction. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662
- Teichner, W.H. & Krebs, M.J. (1972). Laws of simple visual reaction time. *Psychological Review*, 79 (4), 344-358.
- Tipper, S.P. & Cranston, A.H. (1995). The negative priming-effect: inhibitory priming by ignored objects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology [A]*, 37(4), 571-590.
- Treisman, A. (1982). Perceptual grouping and attention in visual search for features and for objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8 (2), 194-214.
- Treisman, A. (1998). Feature binding, attention and object perception. *Philosophical Transactions of the Royal Society. London, B, Biological Science*. 353 (1373), 1295-1306.
- Treisman, A. & Gelade, G. (1980). A feature integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12 (1), 97-136.
- Treisman, A. & Schmidt, H. (1982). Illusory conjunctions in the perception of objects. *Cognitive Psychology*, 14, 107-141.
- Treue, S. & Maunsell, J.H. (1996). Attentional modulation of visual motion processing in cortical areas MT and MST. *Nature*, 382 (6591), 539-541.
- Treue, S. & Martinez-Trujillo, J.C. (1999). Feature-based attention influences motion based processing gain in macaque visual cortex. *Nature*, 399 (6736), 575-579.
- Turvey, M.T. (1973). On peripheral and central processes in vision: Inferences from an information-processing analysis of masking with patterned stimuli. *Psychological Review*, 80, 1-52.
- Ungerleider, L.G. & Mishkin, M. (1982). Two cortical visual systems. In J. Ingle, M.A. Goodale R.J.W. Mansfield (Hrsg.), *Analysis of visual behavior* (pp. 549-586). Cambridge, MA: MIT press.
- Vokey, J.R. & Read, J.D. (1985). Subliminal messages: Between the devil and the media. *American Psychologist*, 40, 1231-1239
- Vorberg, D., Mattler, U., Heinecke, A., Schmidt, T. & Schwarzbach, J. (in Vorbereitung). Invariant time course of priming with and without awareness.

- Weintraub, D.J. & Fidell, L.S. (1979). A signal-detection approach to subception: concomittant verbal and finger latency responses in metacontrast. *Perception and Psychophysics*, 26, 143-152.
- Weisskrantz, L., Warrington, E.K., Sanders, M.D. & Marshall, J. (1974). Visual capacity in the hemianopic field following a restricted occipital ablation. *Brain*, 97, 709 - 728.
- Weisstein, N. (1968). A Rashevsky-Landahl neural net: Simulation of metacontrast. *Psychological Review*, 75, 494-521.
- Werner, H. (1935). Studies on contour: I. Qualitative analysis. *American Journal of Psychology*, 47, 40 - 64.
- Williams, M.C., Breitmeyer, B.G., Lovegrove, W. J. & Gutierrez, C. (1991). Metacontrast with masks varying in spatial frequency and wavelength. *Vision Research*, 31: 2017 - 2023.
- Wolfe, J.M. (1994). Visual search in continuous, naturalistic stimuli. *Vision Reseach*, 34(9), 1187-1195.
- Wolff, P. (1989). *Einfluß des maskierten Testreizes auf die Wahlreaktion auf den Metakontrast*. Vortrag auf dem 31. Tagung für Experimentelle Psychologie in Bamberg.
- Wojciulik, E. & Kanwisher, N. (1998). Implicit but not explicit feature binding in a Balint`s patient. *Visual Cognition*, 5 (1/2), 157-181.
- Zeki, S. (1993). *A vision of the brain*. Oxford: Basil Blackwell.

13. Anhang

13.1. Daten der Varianzanalysen:

13.1.1. VERSUCH I

Versuch I (absolute Latenzen)

Faktor	Freiheitsgrade	F-Wert	p-Wert
Typ Maske (1)	1,5	9,65	0,0266
ISI cue-prime (2)	2,10	1,05	0,3861
SOA (3)	4,20	32,47	0,0000
Typ cue (4)	1,5	1,08	0,3469
Kongruenz (5)	1,5	144,49	0,0001
1 x 2	2,10	2,04	0,1810
1 x 3	4,20	6,39	0,0018
2 x 3	8,40	2,92	0,0116
1 x 4	1,5	1,26	0,3128
2 x 4	2,10	0,68	0,5296
3 x 4	4,20	0,95	0,4581
1 x 5	1,5	71,77	0,0004
2 x 5	2,10	7,49	0,0103
3 x 5	4,20	196,67	0,0000
4 x 5	1,5	0,96	0,3727
1 x 2 x 3	8,40	1,14	0,3575
1 x 2 x 4	2,10	0,42	0,6685
1 x 3 x 4	4,20	0,27	0,8917
2 x 3 x 4	8,40	1,70	0,1284
1 x 2 x 5	2,10	9,19	0,0054
1 x 3 x 5	4,20	1,32	0,2978
2 x 3 x 5	8,40	3,91	0,0017
1 x 4 x 5	1,5	0,13	0,7349
2 x 4 x 5	2,10	5,48	0,0247
3 x 4 x 5	4,20	1,14	0,3665
1 x 2 x 3 x 4	8,40	1,32	0,2598
1 x 2 x 3 x 5	8,40	1,48	0,1939
1 x 2 x 4 x 5	2,10	4,90	0,0328
1 x 3 x 4 x 5	4,20	0,56	0,6967
2 x 3 x 4 x 5	8,40	0,97	0,4696

Versuch I (Klassifikation)

Faktor	Freiheitsgrade	F-Wert	p-Wert
Typ Maske (1)	1,5	56,820	0,0007
Typ cue (2)	2,10	16,787	0,0006
ISI cue-prime (3)	2,10	13,826	0,0013
SOA (4)	4,20	3,184	0,0354
1 x 2	2,10	1,871	0,2040
1 x 3	2,10	1,421	0,2863
2 x 3	4,20	1,461	0,2514
1 x 4	4,20	3,490	0,0257
2 x 4	8,40	0,550	0,8113
3 x 4	8,40	2,052	0,0645
1 x 2 x 3	4,20	0,070	0,9902
1 x 2 x 4	8,40	0,996	0,4539
1 x 3 x 4	8,40	0,432	0,8948
2 x 3 x 4	16,80	0,442	0,9656
1 x 2 x 3 x 4	16,80	1,030	0,4352

Versuch I (Klassifikation) Auswertung nach Kongruenz

Faktor	Freiheitsgrade	F-Wert	p-Wert
Kongruenz (1)	1,5	30,537	0,0027
SOA (2)	4,20	1,599	0,2134
1 x 2	4,20	2,051	0,1256

13.1.2. VERSUCH II**Versuch II (priming)**

Faktor	Freiheitsgrade	F-Wert	p-Wert
SOA (1)	3,15	9,039	0,001
Positionskons. (2)	3,15	5,623	0,009
Distraktor (3)	1,5	15,702	0,011
1 x 2	9,45	2,692	0,014
1 x 3	3,15	0,611	0,618
2 x 3	3,15	1,294	0,313
1 x 2 x 3	9,45	2,562	0,018

Versuch II (Maskierung)

Faktor	Freiheitsgrade	F-Wert	p-Wert
SOA (1)	3,15	1,9208	0,1696
Kongruenz 2)	1,5	3,1364	0,1368
Positionskons.(3)	1,5	0,0024	0,9630
Distraktor(4)	1,5	0,6614	0,4530
1 x 2	3,15	2,5160	0,0977
1 x 3	3,15	0,8852	0,4711
2 x 3	1,5	0,1045	0,7596
1 x 4	3,15	0,0760	0,9720
2 x 4	1,5	0,1547	0,7103
3 x 4	1,5	4,6819	0,0829
1 x 2 x 3	3,15	1,3736	0,2890
1 x 2 x 4	3,15	2,4856	0,1004
1 x 3 x 4	3,15	1,0121	0,4148
2 x 3 x 4	1,5	1,3895	0,2915
1 x 2 x 3 x 4	3,15	2,4924	0,0998

13.1.3. VERSUCH III**Versuch III (priming)**

Faktor	Freiheitsgrade	F-Wert	p-Wert
Filter (1)	1,5	6,921	0,0465
SOA (2)	4,20	72,624	0,0000
Prime (3)	2,10	29,859	0,0001
Maske (4)	1,5	6,991	0,0458
1 x 2	4,20	1,866	0,1560
1 x 3	2,10	91,496	0,0000
2 x 3	8,40	5,693	0,0001
1 x 4	1,5	0,073	0,7973
2 x 4	4,20	3,318	0,0307
3 x 4	2,10	0,301	0,7463
1 x 2 x 3	8,40	19,476	0,0000
1 x 2 x 4	4,20	0,333	0,8522
1 x 3 x 4	2,10	12,889	0,0017
2 x 3 x 4	8,40	2,199	0,0482
1 x 2 x 3 x 4	8,40	1,551	0,1708

Versuch III (Maskierung - Klassifikation)

Faktor	Freiheitsgrade	F-Wert	p-Wert
Prime (1)	2,10	10,034	0,0041
Maske (2)	2,10	9,487	0,0049
SOA (3)	4,20	2,450	0,0795
1 x 2	4,20	5,585	0,0035
1 x 3	8,40	0,769	0,6317
2 x 3	8,40	0,647	0,7339
1 x 2 x 3	16,80	1,452	0,1395

Versuch III (Maskierung - Identifikation)

Faktor	Freiheitsgrade	F-Wert	p-Wert
Prime (1)	2,10	5,532	0,0241
Maske (2)	2,10	16,742	0,0006
SOA (3)	4,20	7,030	0,0011
1 x 2	4,20	3,333	0,032
1 x 3	8,40	1,493	0,1903
2 x 3	8,40	0,832	0,5801
1 x 2 x 3	16,80	0,945	0,5229

Versuch III (Maskierung: Vergleich Klassifikation - Identifikation)

Faktor	Freiheitsgrade	F-Wert	p-Wert
Aufgabe (1)	1,5	0,426	0,5430
SOA (2)	4,20	7,609	0,0007
Prime (3)	2,10	8,281	0,0076
Maske (4)	2,10	14,246	0,0012
1 x 2	4,20	1,411	0,2666
1 x 3	2,10	0,069	0,9383
2 x 3	8,40	1,713	0,1252
1 x 4	2,10	1,165	0,3510
2 x 4	8,40	1,237	0,3034
3 x 4	4,20	7,219	0,0009
1 x 2 x 3	8,40	0,493	0,8536
1 x 2 x 4	8,40	0,537	0,8212
1 x 3 x 4	4,20	0,635	0,6436
2 x 3 x 4	16,80	1,042	0,4238
1 x 2 x 3 x 4	16,80	1,341	0,1938

13.1.4. VERSUCH IV

Versuch IV (priming)

Faktor	Freiheitsgrade	F-Wert	p-Wert
SOA (1)	4,20	44,775	0,0000
Prime (2)	2,10	26,737	0,0001
Maske (3)	2,10	0,270	0,7690
1 x 2	8,40	1,366	0,2406
1 x 3	8,40	0,674	0,7111
2 x 3	4,20	5,301	0,0045
1 x 2 x 3	16,80	1,114	0,3569

Versuch IV (Maskierung - Klassifikation)

Faktor	Freiheitsgrade	F-Wert	p-Wert
SOA (1)	4,20	15,096	0,0000
Prime (2)	2,10	13,228	0,0016
Maske (3)	2,10	5,185	0,0285
1 x 2	8,40	1,2720	0,2854
1 x 3	8,40	0,657	0,7254
2 x 3	4,20	3,240	0,0334
1 x 2 x 3	16,80	0,436	0,9680

Versuch IV (Maskierung - Identifikation)

Faktor	Freiheitsgrade	F-Wert	p-Wert
SOA (1)	4,20	3,395	0,0283
Prime(2)	2,10	21,499	0,0002
Maske(3)	2,10	5,326	0,0266
1 x 2	8,40	1,650	0,1414
1 x 3	8,40	9,873	0,0000
2 x 3	4,20	1,875	0,1543
1 x 2 x 3	16,80	4,075	0,0000

Versuch IV (Maskierung: Vergleich Klassifikation - Identifikation)

Faktor	Freiheitsgrade	F-Wert	p-Wert
Aufgabe (1)	1,5	6,948	0,0462
Prime (2)	2,10	37,487	0,0000
Maske (3)	2,10	0,093	0,9123
SOA (4)	4,20	18,852	0,0000
1 x 2	2,10	2,186	0,1631
1 x 3	2,10	20,099	0,0003
2 x 3	4,20	3,907	0,0167
1 x 4	4,20	7,009	0,0011
2 x 4	8,40	2,133	0,0549
3 x 4	8,40	2,706	0,0176
1 x 2 x 3	4,20	1,127	0,3721
1 x 2 x 4	8,40	0,590	0,7801
1 x 3 x 4	8,40	5,676	0,0001
2 x 3 x 4	16,80	1,915	0,0307
1 x 2 x 3 x 4	16,80	2,023	0,0211

13.2. Mittelwerte aller eigenen Datengrafiken

13.2.1. Daten Experiment I

Abb. 12: Latenz (ms), getrennt nach Cuetyyp

SOA	Kongruenz	Cue	Latenz
17	Kongruent	valide	332
34	Kongruent	valide	318
51	Kongruent	valide	301
68	Kongruent	valide	287
85	Kongruent	valide	278
17	Kongruent	neutral	330
34	Kongruent	neutral	314
51	Kongruent	neutral	298
68	Kongruent	neutral	284
85	Kongruent	neutral	274
17	Inkongruent	valide	341
34	Inkongruent	valide	340
51	Inkongruent	valide	346
68	Inkongruent	valide	356
85	Inkongruent	valide	361
17	Inkongruent	neutral	339
34	Inkongruent	neutral	330
51	Inkongruent	neutral	342
68	Inkongruent	neutral	349
85	Inkongruent	neutral	359

Abb. 13: Priming (ms), getrennt nach Cuetyyp

SOA	Cue	priming-Effekt
17	Neutral	9
34	Neutral	16
51	Neutral	44
68	Neutral	65
85	Neutral	85
17	Valide	9
34	Valide	22
51	Valide	45
68	Valide	69
85	Valide	83

Abb. 14: Priming (ms), getrennt nach Masken

SOA	Maske	priming-Effekt
17	Effektiv	8
34	Effektiv	14
51	Effektiv	38
68	Effektiv	62
85	Effektiv	79
17	Ineffektiv	10
34	Ineffektiv	24
51	Ineffektiv	50
68	Ineffektiv	71
85	Ineffektiv	89

Abb. 15: Fehler (%), getrennt nach Kongruenz und SOA

SOA	Kongruenz	Fehler
17	Kongruent	1
34	Kongruent	1
51	Kongruent	1
68	Kongruent	1
85	Kongruent	1
17	Inkongruent	1
34	Inkongruent	2
51	Inkongruent	7
68	Inkongruent	10
85	Inkongruent	19

Abb. 16: Fehler (%), getrennt nach Kongruenz, Cuetyp und SOA

SOA	Cue	Kongruenz	Fehler
17	Valide	kongruent	1
34	Valide	kongruent	1
51	Valide	kongruent	2
68	Valide	kongruent	1
85	Valide	kongruent	1
17	Valide	inkongruent	2
34	Valide	inkongruent	3
51	Valide	inkongruent	8
68	Valide	inkongruent	12
85	Valide	inkongruent	22

SOA	Cue	Kongruenz	Fehler
17	Neutral	kongruent	0
34	Neutral	kongruent	0
51	Neutral	kongruent	0
68	Neutral	kongruent	0
85	Neutral	kongruent	0
17	Neutral	inkongruent	0
34	Neutral	inkongruent	1
51	Neutral	inkongruent	4
68	Neutral	inkongruent	7
85	Neutral	inkongruent	12

Abb. 17: Diskriminationsleistung (d'), getrennt nach SOA

SOA	d'
17	1,063
34	1,0115
51	0,9915
68	1,211
85	1,5785

Abb. 18: Diskriminationsleistung (d'), getrennt nach Masken

SOA	Masken	d'
17	effektiv	-0,126
34	effektiv	0,151
51	effektiv	0,455
68	effektiv	0,508
85	effektiv	0,672
17	ineffektiv	2,252
34	ineffektiv	1,872
51	ineffektiv	1,528
68	ineffektiv	1,914
85	ineffektiv	2,485

13.2.2. Experiment II

Abb.22: priming (ms) bei Positionsübereinstimmung, getrennt nach SOA

SOA	priming-Effekt
17	8
34	15
51	23
68	34

Abb. 23: priming (ms), getrennt nach Positionskonsistenz und SOA

SOA	Positionskonsistenz	priming-Effekt
17	1	8
34	1	15
51	1	23
68	1	34
17	2	-3
34	2	12
51	2	19
68	2	30
17	3	5
34	3	-7
51	3	9
68	3	8
17	4	1
34	4	7
51	4	10
68	4	5

Abb. 24: priming (ms), getrennt nach Distraktoren

SOA	Distraktor	priming-Effekt
17	kongruent	2
34	kongruent	2
51	kongruent	14
68	kongruent	17

SOA	Distraktor	priming-Effekt
17	inkongruent	3
34	inkongruent	11
51	inkongruent	15
68	inkongruent	21

Abb. 25: Fehler (%), getrennt nach Positionskonsistenz, Kongruenz und SOA

SOA	Poskons	Kongruenz	Fehler
17	1	Kongruent	5
34	1	Kongruent	3
51	1	Kongruent	5
68	1	Kongruent	5
17	1	Inkongruent	4
34	1	Inkongruent	5
51	1	Inkongruent	8
68	1	Inkongruent	10
17	2	Kongruent	5
34	2	Kongruent	5
51	2	Kongruent	9
68	2	Kongruent	9
17	2	Inkongruent	6
34	2	Inkongruent	8
51	2	Inkongruent	11
68	2	Inkongruent	17
17	3	Kongruent	4
34	3	Kongruent	5
51	3	Kongruent	4
68	3	Kongruent	7
17	3	Inkongruent	5
34	3	Inkongruent	6
51	3	Inkongruent	6
68	3	Inkongruent	8
17	4	Kongruent	7
34	4	Kongruent	5
51	4	Kongruent	6
68	4	Kongruent	6

SOA	Poskons	Kongruenz	Fehler
17	4	Inkongruent	5
34	4	Inkongruent	6
51	4	Inkongruent	6
68	4	Inkongruent	9

Abb. 26: Maskierung (d'), getrennt nach SOA

SOA	d'
17	0,029
34	0,122
51	0,167
68	0,307

Abb. 27: Maskierung (d'), getrennt nach Positionskonsistenz

SOA	Positionskonsistenz	d'
17	konsistent (1)	0,105
34	konsistent (1)	0,14
51	konsistent (1)	0,128
68	konsistent (1)	0,287
17	inkonsistent (2)	-0,047
34	inkonsistent (2)	0,104
51	inkonsistent (2)	0,207
68	inkonsistent (2)	0,327

13.2.3. Exp III

Abb. 31: Priming (ms), getrennt nach Aufmerksamkeitsbedingung, primes und SOA

SOA	Aufmerksamkeit	prime	priming-Effekt
17	Form	Form	3
34	Form	Form	17
51	Form	Form	48
68	Form	Form	59
85	Form	Form	85

SOA	Aufmerksamkeit	prime	priming-Effekt
17	Form	Farbe	12
34	Form	Farbe	12
51	Form	Farbe	-2
68	Form	Farbe	5
85	Form	Farbe	9
17	Form	Form&Farbe	13
34	Form	Form&Farbe	46
51	Form	Form&Farbe	49
68	Form	Form&Farbe	73
85	Form	Form&Farbe	103
17	Farbe	Form	20
34	Farbe	Form	22
51	Farbe	Form	15
68	Farbe	Form	29
85	Farbe	Form	30
17	Farbe	Farbe	14
34	Farbe	Farbe	23
51	Farbe	Farbe	51
68	Farbe	Farbe	65
85	Farbe	Farbe	71
17	Farbe	Form&Farbe	32
34	Farbe	Form&Farbe	42
51	Farbe	Form&Farbe	61
68	Farbe	Form&Farbe	76
85	Farbe	Form&Farbe	88

Abb. 32: Fehler (%), getrennt nach Kongruenz und SOA

SOA	Kongruenz	Fehler
17	Kongruent	1
34	Kongruent	1
51	Kongruent	2
68	Kongruent	2
85	Kongruent	2
17	Inkongruent	4
34	Inkongruent	4
51	Inkongruent	7
68	Inkongruent	9
85	Inkongruent	14

Abb. 33: Fehler (%), getrennt nach Aufmerksamkeit, Kongruenz und SOA

SOA	Aufmerksamkeit	Kongruenz	Fehler
17	Form	Kongruent	1
34	Form	Kongruent	0,4
51	Form	Kongruent	1
68	Form	Kongruent	1
85	Form	Kongruent	1
17	Form	Inkongruent	2
34	Form	Inkongruent	4
51	Form	Inkongruent	6
68	Form	Inkongruent	9
85	Form	Inkongruent	14
17	Farbe	Kongruent	2
34	Farbe	Kongruent	2
51	Farbe	Kongruent	3
68	Farbe	Kongruent	2
85	Farbe	Kongruent	3
17	Farbe	Inkongruent	6
34	Farbe	Inkongruent	5
51	Farbe	Inkongruent	8
68	Farbe	Inkongruent	9
85	Farbe	Inkongruent	12

Abb. 34: Fehler (%), getrennt nach primes, Aufmerksamkeit, Kongruenz und SOA

SOA	Aufmerksamkeit	Prime	Kongruenz	Fehler
17	Form	Form	Kongruent	0,4
34	Form	Form	Kongruent	0,4
51	Form	Form	Kongruent	0
68	Form	Form	Kongruent	1
85	Form	Form	Kongruent	0
17	Form	Form	Inkongruent	2
34	Form	Form	Inkongruent	4
51	Form	Form	Inkongruent	7
68	Form	Form	Inkongruent	10
85	Form	Form	Inkongruent	17

SOA	Aufmerksamkeit	Prime	Kongruenz	Fehler
17	Form	Farbe	Kongruent	2
34	Form	Farbe	Kongruent	1
51	Form	Farbe	Kongruent	0,45
68	Form	Farbe	Kongruent	3
85	Form	Farbe	Kongruent	3
17	Form	Farbe	Inkongruent	1
34	Form	Farbe	Inkongruent	3
51	Form	Farbe	Inkongruent	2
68	Form	Farbe	Inkongruent	4
85	Form	Farbe	Inkongruent	7
17	Form	Form&Farbe	Kongruent	0
34	Form	Form&Farbe	Kongruent	0
51	Form	Form&Farbe	Kongruent	2
68	Form	Form&Farbe	Kongruent	0,4
85	Form	Form&Farbe	Kongruent	1
17	Form	Form&Farbe	Inkongruent	3
34	Form	Form&Farbe	Inkongruent	4
51	Form	Form&Farbe	Inkongruent	7
68	Form	Form&Farbe	Inkongruent	12
85	Form	Form&Farbe	Inkongruent	18
17	Farbe	Form	Kongruent	2
34	Farbe	Form	Kongruent	3
51	Farbe	Form	Kongruent	2
68	Farbe	Form	Kongruent	2
85	Farbe	Form	Kongruent	3
17	Farbe	Form	Inkongruent	4
34	Farbe	Form	Inkongruent	4
51	Farbe	Form	Inkongruent	5
68	Farbe	Form	Inkongruent	4
85	Farbe	Form	Inkongruent	4
17	Farbe	Farbe	Kongruent	1
34	Farbe	Farbe	Kongruent	2
51	Farbe	Farbe	Kongruent	3
68	Farbe	Farbe	Kongruent	3
85	Farbe	Farbe	Kongruent	1

SOA	Aufmerksamkeit	Prime	Kongruenz	Fehler
17	Farbe	Farbe	Inkongruent	5
34	Farbe	Farbe	Inkongruent	5
51	Farbe	Farbe	Inkongruent	8
68	Farbe	Farbe	Inkongruent	13
85	Farbe	Farbe	Inkongruent	13
17	Farbe	Form&Farbe	Kongruent	3
34	Farbe	Form&Farbe	Kongruent	1
51	Farbe	Form&Farbe	Kongruent	3
68	Farbe	Form&Farbe	Kongruent	2
85	Farbe	Form&Farbe	Kongruent	4
17	Farbe	Form&Farbe	Inkongruent	8
34	Farbe	Form&Farbe	Inkongruent	4
51	Farbe	Form&Farbe	Inkongruent	10
68	Farbe	Form&Farbe	Inkongruent	9
85	Farbe	Form&Farbe	Inkongruent	17

Abb. 35: Klassifikationsleistung (d'), getrennt nach SOA

SOA	d'
17	0,42
34	0,343
51	0,499
68	0,758
85	0,729

Abb. 36: Klassifikationsleistung (d'), getrennt nach primes, Masken und SOA

SOA	prime	Maske	d'
17	Form	Form	0,102
34	Form	Form	0,13
51	Form	Form	-0,052
68	Form	Form	0,538
85	Form	Form	0,152
17	Farbe	Form	1,548
34	Farbe	Form	0,909
51	Farbe	Form	1,584
68	Farbe	Form	1,478
85	Farbe	Form	1,352

SOA	prime	Maske	d'
17	Form&Farbe	Form	0,721
34	Form&Farbe	Form	1,109
51	Form&Farbe	Form	0,693
68	Form&Farbe	Form	1,257
85	Form&Farbe	Form	1,617
17	Form	Farbe	0,566
34	Form	Farbe	-0,354
51	Form	Farbe	0,455
68	Form	Farbe	0,679
85	Form	Farbe	0,622
17	Farbe	Farbe	0,277
34	Farbe	Farbe	0,178
51	Farbe	Farbe	0,278
68	Farbe	Farbe	0,181
85	Farbe	Farbe	0,458
17	Form&Farbe	Farbe	0,443
34	Form&Farbe	Farbe	0,56
51	Form&Farbe	Farbe	0,77
68	Form&Farbe	Farbe	1,254
85	Form&Farbe	Farbe	0,769
17	Form	Form&Farbe	-0,1
34	Form	Form&Farbe	0,176
51	Form	Form&Farbe	0,49
68	Form	Form&Farbe	0,462
85	Form	Form&Farbe	0,876
17	Farbe	Form&Farbe	0,125
34	Farbe	Form&Farbe	0,253
51	Farbe	Form&Farbe	0,328
68	Farbe	Form&Farbe	0,433
85	Farbe	Form&Farbe	0,563
17	Form&Farbe	Form&Farbe	0,354
34	Form&Farbe	Form&Farbe	0,536
51	Form&Farbe	Form&Farbe	0,826
68	Form&Farbe	Form&Farbe	0,717
85	Form&Farbe	Form&Farbe	-0,055

Abb. 37: Identifikationsleistung (d'), getrennt nach primes, Masken und SOA

SOA	prime	Maske	d'
17	Form	Form	-0,285
34	Form	Form	0,182
51	Form	Form	0,731
68	Form	Form	0,54
85	Form	Form	0,675
17	Farbe	Form	0,993
34	Farbe	Form	1,346
51	Farbe	Form	1,584
68	Farbe	Form	1,296
85	Farbe	Form	1,614
17	Form&Farbe	Form	0,405
34	Form&Farbe	Form	1,077
51	Form&Farbe	Form	1,059
68	Form&Farbe	Form	1,693
85	Form&Farbe	Form	1,621
17	Form	Farbe	0,277
34	Form	Farbe	0,051
51	Form	Farbe	0,471
68	Form	Farbe	0,726
85	Form	Farbe	0,941
17	Farbe	Farbe	0,202
34	Farbe	Farbe	0,282
51	Farbe	Farbe	0,773
68	Farbe	Farbe	0,743
85	Farbe	Farbe	0,481
17	Form&Farbe	Farbe	0,506
34	Form&Farbe	Farbe	0,726
51	Form&Farbe	Farbe	0,7
68	Form&Farbe	Farbe	1,059
85	Form&Farbe	Farbe	1,434
17	Form	Form&Farbe	-0,352
34	Form	Form&Farbe	0,152
51	Form	Form&Farbe	0
68	Form	Form&Farbe	1,332
85	Form	Form&Farbe	0,679

SOA	prime	Maske	d'
17	Farbe	Form&Farbe	0,378
34	Farbe	Form&Farbe	0,201
51	Farbe	Form&Farbe	0,357
68	Farbe	Form&Farbe	0,69
85	Farbe	Form&Farbe	0,797
17	Form&Farbe	Form&Farbe	0,025
34	Form&Farbe	Form&Farbe	0,534
51	Form&Farbe	Form&Farbe	0,772
68	Form&Farbe	Form&Farbe	0,866
85	Form&Farbe	Form&Farbe	0,964

Abb. 38: Vergleich Klassifikation – Identifikation (d')

Aufgabe	d'
Identifikation	0,6518
Klassifikation	0,5498

13.2.4. Exp IV

Abb. 40: Priming (ms), getrennt nach SOA

SOA	priming-Effekt
17	22
34	34
51	45
68	67
85	85

Abb. 41: priming (ms), getrennt nach primes und SOA

SOA	Primes	priming-Effekt
17	Form	15
34	Form	25
51	Form	33
68	Form	58
85	Form	67

SOA	Primes	priming-Effekt
17	Farbe	15
34	Farbe	25
51	Farbe	38
68	Farbe	50
85	Farbe	72
17	Form&Farbe	35
34	Form&Farbe	53
51	Form&Farbe	64
68	Form&Farbe	93
85	Form&Farbe	116

Abb. 42: Priming (ms), getrennt nach primes, Masken und SOA)

SOA	prime	Maske	priming-Effekt
17	Form	Form	15
34	Form	Form	32
51	Form	Form	36
68	Form	Form	64
85	Form	Form	73
17	Farbe	Form	13
34	Farbe	Form	16
51	Farbe	Form	32
68	Farbe	Form	16
85	Farbe	Form	46
17	Form&Farbe	Form	28
34	Form&Farbe	Form	68
51	Form&Farbe	Form	68
68	Form&Farbe	Form	96
85	Form&Farbe	Form	122
17	Form	Farbe	19
34	Form	Farbe	19
51	Form	Farbe	30
68	Form	Farbe	54
85	Form	Farbe	49

SOA	prime	Maske	priming-Effekt
17	Farbe	Farbe	16
34	Farbe	Farbe	35
51	Farbe	Farbe	44
68	Farbe	Farbe	81
85	Farbe	Farbe	100
17	Form&Farbe	Farbe	50
34	Form&Farbe	Farbe	43
51	Form&Farbe	Farbe	53
68	Form&Farbe	Farbe	81
85	Form&Farbe	Farbe	113
17	Form	Form&Farbe	10
34	Form	Form&Farbe	23
51	Form	Form&Farbe	33
68	Form	Form&Farbe	57
85	Form	Form&Farbe	77
17	Farbe	Form&Farbe	18
34	Farbe	Form&Farbe	23
51	Farbe	Form&Farbe	37
68	Farbe	Form&Farbe	52
85	Farbe	Form&Farbe	66
17	Form&Farbe	Form&Farbe	26
34	Form&Farbe	Form&Farbe	46
51	Form&Farbe	Form&Farbe	70
68	Form&Farbe	Form&Farbe	102
85	Form&Farbe	Form&Farbe	114

Abb. 43: Fehler (%), getrennt nach Kongruenz und SOA

SOA	Kongruenz	Fehler
17	kongruent	4
34	kongruent	2
51	kongruent	4
68	kongruent	5
85	kongruent	3

SOA	Kongruenz	Fehler
17	inkongruent	5
34	inkongruent	6
51	inkongruent	11
68	inkongruent	12
85	inkongruent	18

Abb. 44: Fehler (%), getrennt nach primes, Kongruenz und SOA

SOA	Kongruenz	Prime	Fehler
17	kongruent	Form	4
34	kongruent	Form	3
51	kongruent	Form	9
68	kongruent	Form	6
85	kongruent	Form	4
17	inkongruent	Form	3
34	inkongruent	Form	8
51	inkongruent	Form	8
68	inkongruent	Form	11
85	inkongruent	Form	19
17	kongruent	Farbe	4
34	kongruent	Farbe	0
51	kongruent	Farbe	3
68	kongruent	Farbe	8
85	kongruent	Farbe	3
17	inkongruent	Farbe	6
34	inkongruent	Farbe	5
51	inkongruent	Farbe	9
68	inkongruent	Farbe	10
85	inkongruent	Farbe	13
17	kongruent	Form&Farbe	5
34	kongruent	Form&Farbe	3
51	kongruent	Form&Farbe	1
68	kongruent	Form&Farbe	1
85	kongruent	Form&Farbe	3

SOA	Kongruenz	Prime	Fehler
17	inkongruent	Form&Farbe	7
34	inkongruent	Form&Farbe	7
51	inkongruent	Form&Farbe	16
68	inkongruent	Form&Farbe	16
85	inkongruent	Form&Farbe	21

Abb. 45: Klassifikationsleistung (d'), getrennt nach SOA

SOA	d'
17	0,367
34	0,689
51	1,054
68	1,416
85	1,505

Abb. 46: Klassifikationsleistung (d'), getrennt nach primes, Masken und SOA

SOA	prime	Maske	d'
17	Form	Form	-0,13
34	Form	Form	0,1
51	Form	Form	0,76
68	Form	Form	0,83
85	Form	Form	1,05
17	Farbe	Form	0,88
34	Farbe	Form	1,11
51	Farbe	Form	1,68
68	Farbe	Form	2,03
85	Farbe	Form	2,05
17	Form&Farbe	Form	0,83
34	Form&Farbe	Form	1,41
51	Form&Farbe	Form	2
68	Form&Farbe	Form	2,46
85	Form&Farbe	Form	2,84

SOA	prime	Maske	d'
17	Form	Farbe	0,03
34	Form	Farbe	0,23
51	Form	Farbe	0,74
68	Form	Farbe	1,26
85	Form	Farbe	0,135
17	Farbe	Farbe	0,32
34	Farbe	Farbe	0,76
51	Farbe	Farbe	0,83
68	Farbe	Farbe	1,06
85	Farbe	Farbe	1,49
17	Form&Farbe	Farbe	0,56
34	Form&Farbe	Farbe	0,91
51	Form&Farbe	Farbe	1,33
68	Form&Farbe	Farbe	1,68
85	Form&Farbe	Farbe	1,83
17	Form	Form&Farbe	0,15
34	Form	Form&Farbe	-0,08
51	Form	Form&Farbe	0,13
68	Form	Form&Farbe	0,89
85	Form	Form&Farbe	1,09
17	Farbe	Form&Farbe	0,53
34	Farbe	Form&Farbe	0,88
51	Farbe	Form&Farbe	0,88
68	Farbe	Form&Farbe	1,18
85	Farbe	Form&Farbe	1,23
17	Form&Farbe	Form&Farbe	0,13
34	Form&Farbe	Form&Farbe	0,88
51	Form&Farbe	Form&Farbe	1,14
68	Form&Farbe	Form&Farbe	1,35
85	Form&Farbe	Form&Farbe	1,83

Abb. 47: Identifikationsleistung (d'), getrennt nach primes, Masken und SOA

SOA	prime	Maske	d'
17	Form	Form	0,36
34	Form	Form	0,354
51	Form	Form	0,458
68	Form	Form	1,619
85	Form	Form	1,352
17	Farbe	Form	0,828
34	Farbe	Form	1,317
51	Farbe	Form	1,693
68	Farbe	Form	2,76
85	Farbe	Form	2,397
17	Form&Farbe	Form	0,936
34	Form&Farbe	Form	1,754
51	Form&Farbe	Form	2,021
68	Form&Farbe	Form	2,835
85	Form&Farbe	Form	3,802
17	Form	Farbe	-0,358
34	Form	Farbe	0,594
51	Form	Farbe	0,721
68	Form	Farbe	1,621
85	Form	Farbe	1,485
17	Farbe	Farbe	0,644
34	Farbe	Farbe	0,881
51	Farbe	Farbe	1,011
68	Farbe	Farbe	1,809
85	Farbe	Farbe	1,637
17	Form&Farbe	Farbe	0,599
34	Form&Farbe	Farbe	1,051
51	Form&Farbe	Farbe	1,485
68	Form&Farbe	Farbe	2,041
85	Form&Farbe	Farbe	2,08

SOA	prime	Maske	d'
17	Form	Form&Farbe	-0,512
34	Form	Form&Farbe	0,302
51	Form	Form&Farbe	0,644
68	Form	Form&Farbe	1,292
85	Form	Form&Farbe	1,202
17	Farbe	Form&Farbe	0,936
34	Farbe	Form&Farbe	1,754
51	Farbe	Form&Farbe	2,021
68	Farbe	Form&Farbe	2,835
85	Farbe	Form&Farbe	3,802
17	Form&Farbe	Form&Farbe	0,558
34	Form&Farbe	Form&Farbe	0,992
51	Form&Farbe	Form&Farbe	1
68	Form&Farbe	Form&Farbe	1,552
85	Form&Farbe	Form&Farbe	2,255

Abb. 48: Vergleich der Aufgaben (Klassifikation / Identifikation)

Aufgabe	d'
Klassifikation	1,19525
Identifikation	1,41281

Abb. 49: Vergleich der Aufgaben (Klassifikation / Identifikation), getrennt nach Masken

Aufgabe	Maske	d'
Klassifikation	Form	1,44999
Klassifikation	Farbe	1,20426
Klassifikation	Form&Farbe	0,93152
Identifikation	Form	1,21803
Identifikation	Farbe	1,35224
Identifikation	Form&Farbe	1,66817

Abb. 50: Vergleich der Aufgaben (Klassifikation / Identifikation), getrennt nach SOA

SOA	Aufgabe	d'
17	Klassifikation	0,40435
34	Klassifikation	0,75591
51	Klassifikation	1,2385
68	Klassifikation	1,64631
85	Klassifikation	1,9312
17	Identifikation	1,38963
34	Identifikation	1,16717
51	Identifikation	1,40669
68	Identifikation	1,47498
85	Identifikation	1,62561

13.3. Maskierungsdaten aller Experimente in Prozent korrekt

Experiment I (Klassifikation)

Maske	Cue	SOA	Kongruenz	Prozent korrekt
Effektiv	kongruent	17	Kongruent	73
Effektiv	kongruent	17	Inkongruent	19
Effektiv	kongruent	34	Kongruent	74
Effektiv	kongruent	34	Inkongruent	37
Effektiv	kongruent	51	Kongruent	77
Effektiv	kongruent	51	Inkongruent	45
Effektiv	kongruent	68	Kongruent	66
Effektiv	kongruent	68	Inkongruent	53
Effektiv	kongruent	85	Kongruent	62
Effektiv	kongruent	85	Inkongruent	64
Effektiv	inkongruent	17	Kongruent	68
Effektiv	inkongruent	17	Inkongruent	27
Effektiv	inkongruent	34	Kongruent	73
Effektiv	inkongruent	34	Inkongruent	33
Effektiv	inkongruent	51	Kongruent	69
Effektiv	inkongruent	51	Inkongruent	42
Effektiv	inkongruent	68	Kongruent	62
Effektiv	inkongruent	68	Inkongruent	55
Effektiv	inkongruent	85	Kongruent	61
Effektiv	inkongruent	85	Inkongruent	63

Maske	Cue	SOA	Kongruenz	Prozent korrekt
Effektiv	neutral	17	Kongruent	76
Effektiv	neutral	17	Inkongruent	29
Effektiv	neutral	34	Kongruent	70
Effektiv	neutral	34	Inkongruent	32
Effektiv	neutral	51	Kongruent	70
Effektiv	neutral	51	Inkongruent	52
Effektiv	neutral	68	Kongruent	67
Effektiv	neutral	68	Inkongruent	59
Effektiv	neutral	85	Kongruent	63
Effektiv	neutral	85	Inkongruent	69
Ineffektiv	kongruent	17	Kongruent	95
Ineffektiv	kongruent	17	Inkongruent	79
Ineffektiv	kongruent	34	Kongruent	93
Ineffektiv	kongruent	34	Inkongruent	71
Ineffektiv	kongruent	51	Kongruent	92
Ineffektiv	kongruent	51	Inkongruent	63
Ineffektiv	kongruent	68	kongruent	90
Ineffektiv	kongruent	68	inkongruent	77
Ineffektiv	kongruent	85	kongruent	97
Ineffektiv	kongruent	85	inkongruent	84
Ineffektiv	inkongruent	17	kongruent	90
Ineffektiv	inkongruent	17	inkongruent	80
Ineffektiv	inkongruent	34	kongruent	92
Ineffektiv	inkongruent	34	inkongruent	72
Ineffektiv	inkongruent	51	kongruent	90
Ineffektiv	inkongruent	51	inkongruent	64
Ineffektiv	inkongruent	68	kongruent	93
Ineffektiv	inkongruent	68	inkongruent	69
Ineffektiv	inkongruent	85	kongruent	95
Ineffektiv	inkongruent	85	inkongruent	82
Ineffektiv	neutral	17	kongruent	95
Ineffektiv	neutral	17	inkongruent	84
Ineffektiv	neutral	34	kongruent	93
Ineffektiv	neutral	34	inkongruent	75
Ineffektiv	neutral	51	kongruent	97
Ineffektiv	neutral	51	Inkongruent	55
Ineffektiv	neutral	68	Kongruent	95
Ineffektiv	neutral	68	Inkongruent	76
Ineffektiv	neutral	85	Kongruent	98
Ineffektiv	neutral	85	Inkongruent	77

Experiment II (Klassifikation)

Positionskonsistenz	Typ Distraktor	SOA	Kongruenz	Prozent korrekt
1	Kongruent	17	Kongruent	61
1	Kongruent	17	Inkongruent	44
1	Kongruent	34	Kongruent	61
1	Kongruent	34	Inkongruent	46
1	Kongruent	51	Kongruent	60
1	Kongruent	51	Inkongruent	48
1	Kongruent	68	Kongruent	61
1	Kongruent	68	Inkongruent	49
1	Inkongruent	17	Kongruent	62
1	Inkongruent	17	Inkongruent	41
1	Inkongruent	34	Kongruent	54
1	Inkongruent	34	Inkongruent	50
1	Inkongruent	51	Kongruent	58
1	Inkongruent	51	Inkongruent	43
1	Inkongruent	68	Kongruent	56
1	Inkongruent	68	Inkongruent	57
2	Kongruent	17	Kongruent	57
2	Kongruent	17	Inkongruent	42
2	Kongruent	34	Kongruent	59
2	Kongruent	34	Inkongruent	44
2	Kongruent	51	Kongruent	57
2	Kongruent	51	Inkongruent	48
2	Kongruent	68	Kongruent	59
2	Kongruent	68	Inkongruent	55
2	Inkongruent	17	Kongruent	60
2	Inkongruent	17	Inkongruent	37
2	Inkongruent	34	Kongruent	61
2	Inkongruent	34	Inkongruent	44
2	Inkongruent	51	Kongruent	57
2	Inkongruent	51	Inkongruent	54
2	Inkongruent	68	Kongruent	58
2	Inkongruent	68	Inkongruent	54

Exp III (Klassifikation)

SOA	Prime	Maske	Prozent korrekt
17	Form	Form	52
17	Form	Farbe	61
17	Form	Form&Farbe	48
17	Farbe	Form	76
17	Farbe	Farbe	56
17	Farbe	Form&Farbe	53
17	Form&Farbe	Form	64
17	Form&Farbe	Farbe	59
17	Form&Farbe	Form&Farbe	57
34	Form	Form	53
34	Form	Farbe	43
34	Form	Form&Farbe	53
34	Farbe	Form	68
34	Farbe	Farbe	53
34	Farbe	Form&Farbe	55
34	Form&Farbe	Form	71
34	Form&Farbe	Farbe	61
34	Form&Farbe	Form&Farbe	60
51	Form	Form	49
51	Form	Farbe	59
51	Form	Form&Farbe	60
51	Farbe	Form	78
51	Farbe	Farbe	55
51	Farbe	Form&Farbe	56
51	Form&Farbe	Form	64
51	Form&Farbe	Farbe	65
51	Form&Farbe	Form&Farbe	66
68	Form	Form	61
68	Form	Farbe	64
68	Form	Form&Farbe	59
68	Farbe	Form	77
68	Farbe	Farbe	53
68	Farbe	Form&Farbe	59

SOA	Prime	Maske	Prozent korrekt
68	Form&Farbe	Form	73
68	Form&Farbe	Farbe	73
68	Form&Farbe	Form&Farbe	64
85	Form	Form	53
85	Form	Farbe	63
85	Form	Form&Farbe	67
85	Farbe	Form	75
85	Farbe	Farbe	59
85	Farbe	Form&Farbe	62
85	Form&Farbe	Form	79
85	Form&Farbe	Farbe	64
85	Form&Farbe	Form&Farbe	66

Exp III (Identifikation)

SOA	Prime	Maske	Prozent korrekt
17	Form	Form	44
17	Form	Farbe	55
17	Form	Form&Farbe	43
17	Farbe	Form	69
17	Farbe	Farbe	54
17	Farbe	Form&Farbe	58
17	Form&Farbe	Form	57
17	Form&Farbe	Farbe	60
17	Form&Farbe	Form&Farbe	50
34	Form	Form	54
34	Form	Farbe	51
34	Form	Form&Farbe	52
34	Farbe	Form	73
34	Farbe	Farbe	55
34	Farbe	Form&Farbe	54
34	Form&Farbe	Form	70
34	Form&Farbe	Farbe	63
34	Form&Farbe	Form&Farbe	61

SOA	Prime	Maske	Prozent korrekt
51	Form	Form	61
51	Form	Farbe	59
51	Form	Form&Farbe	51
51	Farbe	Form	79
51	Farbe	Farbe	64
51	Farbe	Form&Farbe	57
51	Form&Farbe	Form	70
51	Form&Farbe	Farbe	63
51	Form&Farbe	Form&Farbe	65
68	Form	Form	60
68	Form	Farbe	64
68	Form	Form&Farbe	63
68	Farbe	Form	74
68	Farbe	Farbe	64
68	Farbe	Form&Farbe	64
68	Form&Farbe	Form	80
68	Form&Farbe	Farbe	70
68	Form&Farbe	Form&Farbe	66
85	Form	Form	63
85	Form	Farbe	69
85	Form	Form&Farbe	63
85	Farbe	Form	79
85	Farbe	Farbe	60
85	Farbe	Form&Farbe	65
85	Form&Farbe	Form	79
85	Form&Farbe	Farbe	77
85	Form&Farbe	Form&Farbe	68

Exp IV (Klassifikation)

SOA	Prime	Maske	Prozent korrekt
17	Form	Form	48
17	Form	Farbe	50
17	Form	Form&Farbe	53
17	Farbe	Form	66
17	Farbe	Farbe	59
17	Farbe	Form&Farbe	60
17	Form&Farbe	Form	66
17	Form&Farbe	Farbe	61
17	Form&Farbe	Form&Farbe	53
34	Form	Form	52
34	Form	Farbe	55
34	Form	Form&Farbe	48
34	Farbe	Form	71
34	Farbe	Farbe	64
34	Farbe	Form&Farbe	67
34	Form&Farbe	Form	75
34	Form&Farbe	Farbe	67
34	Form&Farbe	Form&Farbe	67
51	Form	Form	65
51	Form	Farbe	65
51	Form	Form&Farbe	53
51	Farbe	Form	80
51	Farbe	Farbe	66
51	Farbe	Form&Farbe	66
51	Form&Farbe	Form	84
51	Form&Farbe	Farbe	74
51	Form&Farbe	Form&Farbe	72
68	Form	Form	66
68	Form	Farbe	73
68	Form	Form&Farbe	67
68	Farbe	Form	85
68	Farbe	Farbe	70
68	Farbe	Form&Farbe	72

SOA	Prime	Maske	Prozent korrekt
68	Form&Farbe	Form	89
68	Form&Farbe	Farbe	80
68	Form&Farbe	Form&Farbe	75
85	Form	Form	70
85	Form	Farbe	74
85	Form	Form&Farbe	70
85	Farbe	Form	83
85	Farbe	Farbe	77
85	Farbe	Form&Farbe	73
85	Form&Farbe	Form	90
85	Form&Farbe	Farbe	82
85	Form&Farbe	Form&Farbe	82

Exp IV (Identifikation)

SOA	Prime	Maske	Prozent korrekt
17	Form	Form	57
17	Form	Farbe	43
1	Form	Form&Farbe	41
17	Farbe	Form	66
17	Farbe	Farbe	63
17	Farbe	Form&Farbe	65
17	Form&Farbe	Form	68
17	Form&Farbe	Farbe	61
17	Form&Farbe	Form&Farbe	61
34	Form	Form	57
34	Form	Farbe	61
34	Form	Form&Farbe	56
34	Farbe	Form	75
34	Farbe	Farbe	67
34	Farbe	Form&Farbe	74
34	Form&Farbe	Form	81
34	Form&Farbe	Farbe	70
34	Form&Farbe	Form&Farbe	69

SOA	Prime	Maske	Prozent korrekt
51	Form	Form	59
51	Form	Farbe	64
51	Form	Form&Farbe	63
51	Farbe	Form	80
51	Farbe	Farbe	69
51	Farbe	Form&Farbe	70
51	Form&Farbe	Form	84
51	Form&Farbe	Farbe	77
51	Form&Farbe	Form&Farbe	70
68	Form	Form	78
68	Form	Farbe	79
68	Form	Form&Farbe	74
68	Farbe	Form	87
68	Farbe	Farbe	79
68	Farbe	Form&Farbe	77
68	Form&Farbe	Form	90
68	Form&Farbe	Farbe	84
68	Form&Farbe	Form&Farbe	78
85	Form	Form	75
85	Form	Farbe	77
85	Form	Form&Farbe	72
85	Farbe	Form	87
85	Farbe	Farbe	79
85	Farbe	Form&Farbe	77
85	Form&Farbe	Form	96
85	Form&Farbe	Farbe	85
85	Form&Farbe	Form&Farbe	87

Armin Heinecke
Thomaestrasse 5
38118 Braunschweig
Tel. 0531 / 504099

3. 1. 2000

Lebenslauf

Geburtsdatum	26.02.1969
Geburtsort	Salzgitter-Bad
Eltern	Helmut Heinecke, Rentner Renate Heinecke, Rentnerin
Familienstand	ledig
Konfession	evangelisch-lutherisch

Schulbesuche

Schulbesuche	1975-1977 Grundschule Schlde 1977-1979 Grundschule Baddeckenstedt 1979-1981 Orientierungsstufe Baddeckenstedt 1981-1988 Gymnasium Salzgitter-Bad
Abschluß	Abitur

Studium

Studienbeginn	1.4.1990
Studienort	Technische Universität Braunschweig
Studienfach	Psychologie
Vordiplom	6.4.1992 (sehr gut)
Hauptdiplom	18.5.1995 (sehr gut)

Beruflicher Werdegang

Graduiertenstudium

Dauer	1.04.1995 – 30.9.1995
Ort	Graduiertenkolleg Kognitionswissenschaft, Hamburg

Assistententätigkeit

Dauer	1.10.1995 – heute
Institution	Abteilung für Allgemeine Psychologie, TU BS
vorauss. Abschluss	Promotion, Frühjahr 2000